DOCUMENT RESUME

ED 030 578 SE 007 240

Congress on the Integration of Science Teaching.
Inter-Union Commission on the Teaching of Science, Paris (France).
Pub Date Sep 68
Note-76p.
EDRS Price MF-$0.50 HC-$3.90
Descriptors-*Conference Reports, Conferences, *Curriculum Development, *Educational Programs, Elementary School Science, General Science, Instruction, *International Education, *Science Education, Science Programs, Secondary School Science, Teaching Methods

Reported in French and English is the Congress on the Integration of Science Teaching held at Drouiba, Bulgaria in September, 1968. Integration of science is discussed under the headings (1) complete integration and (2) between discipline coordination. The problems of training teachers for integrated science and the special aspects of the integration of science in developing countries are discussed. A series of 15 conclusions are drawn which provide guidelines for an integrated science program. Some 25 countries were represented at the conference. (GR)

ED030578

OMMISSION INTER-UNIONS DE
ENSEIGNEMENT DES SCIENCES
du Conseil International
des Unions Scientifiques
(C.I.U.S.)

INTER-UNION COMMISSION
ON SCIENCE TEACHING
of the International Council
of Scientific Unions
(I.C.S.U.)

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION & WELFARE
OFFICE OF EDUCATION

THIS DOCUMENT HAS BEEN REPRODUCED EXACTLY AS RECEIVED FROM THE PERSON OR ORGANIZATION ORIGINATING IT. POINTS OF VIEW OR OPINIONS STATED DO NOT NECESSARILY REPRESENT OFFICIAL OFFICE OF EDUCATION POSITION OR POLICY.

Congrès sur L'INTÉGRATION des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES

Congress on the INTEGRATION of SCIENCE TEACHING

Droujba (Bulgarie), 11-19 Septembre 1968

SE 007 240

CIES
3, Boulevard Pasteur
PARIS - XV^e

COMMISSION INTER-UNIONS DE
L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES
du Conseil International
des Unions Scientifiques
(C.I.U.S.)

INTER-UNION COMMISSION
ON SCIENCE TEACHING
of the International Council
of Scientific Unions
(I.C.S.U.)

Congrès sur L'INTÉGRATION des ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES

Congress on the INTEGRATION of SCIENCE TEACHING

Droujba (Bulgarie), 11-19 Septembre 1968

CIES
3, Boulevard Pasteur
PARIS - XV^e^

TABLE DES MATIÈRES — *CONTENTS*

N.B. Le rapport de synthèse et quelques indications sont présentés ci-après intégralement en anglais et intégralement en français. L'une ou l'autre des deux langues est utilisée seule lorsqu'une traduction n'a pas paru indispensable.

N.B. The General Report and some other items ares presented below in both an English and French version. Only one language is used when a translation does not appear to be indispensible.

I. AVANT PROPOS (Professeur H. FREUDENTHAL) 4

II. PREPARATION ET DEROULEMENT DU CONGRES (Professeur P. FLEURY) 5

III. RAPPORT DE SYNTHESE .....pages impaires : 9 à 41
GENERAL REPORT ..... pages paires : 8 à 40
(Professeurs R.J. HELLER et D.G. CHISMAN).

INTRODUCTION 8-9

1. INTÉGRATION PROPREMENT DITE 10-11
COMPLETE INTEGRATION.

1.1. Apport de l'intégration à l'enseignement des sciences .. 10-11
Contribution of integration to the teaching of science.

1.2. Apport de l'intégration à l'activité de l'élève 10-11
Contribution of integration to pupils' activities.

1.3. Contenu d'un cours intégré 10-11
Content of an integrated course.

1.4. Les méthodes d'enseignement 12-13
Teaching methods.

1.5. Mise en place de l'intégration dans le 1er cycle secondaire 12-13
Implementation of integration at the first stage of secondary education.

1.6. Intégration au 2e cycle de l'enseignement secondaire .. 14-15
Integration at the second stage of secondary education.

1.7. La science dans les écoles primaires 14-15
Science in primary school.

2. COORDINATION DANS ET ENTRE LES DISCIPLINES 18-19
CO-ORDINATION WITHIN AND BETWEEN DISCIPLINES.

2.1. Mathématiques 18-19
Mathematics.

2.1.1. Probèmes généraux 18-19
General problems.

2.1.2. Le concret en mathématiques 20-21
Practical aspects of mathematics.

2.1.3. Probabilités et statistiques 22-23
Probability and statistics.

2.2. Physique 22-23
Physics.

2.2.1. Coordination mathématiques-physique 22-23
Co-ordination mathematics and physics.

2.2.2. Mécanique et physique 24-25
Mechanics and physics.

2.2.3. Astronomie et physique 24-25
Astronomy and physics.

2.3. Autres cas 24-25
Other cases.

2.3.1. Chimie et physique 24-25
Chemistry and physics.

2.3.2. Biologie et autres disciplines 26-27
Biology and other disciplines.

2.3.3. Sciences de la Terre 26-27
Earth Sciences.

3. LA FORMATION DES MAÎTRES POUR UN ENSEIGNEMENT INTÉGRÉ ... 26-27
TRAINING OF TEACHERS FOR INTEGRATED SCIENCE.

3.1. Schéma général 26-27
General.

3.2. Formation des maîtres de l'enseignement primaire 28-29
Training of primary school teachers.

3.3. Formation des maîtres de l'enseignement secondaire .. 28-29
Training of secondary school teachers.

3.4. Formation permanente 28-29
Inservice training.

3.5. Nécessité d'études ultérieures 30-31
Necessity for further studies.

4. ASPECTS SPÉCIAUX DE L'INTÉGRATION DES SCIENCES DANS LES PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT 30-31
SPECIAL ASPECTS OF INTEGRATION OF SCIENCE IN DEVELOPING COUNTRIES.

4.1. Introduction 30-31
Introduction.

4. 2. Avantages de l'intégration 30-31
Advantages of integration.
4. 3. Types de cours intégrés nécessaires 32-33
Types of integrated course needed.
4. 4. Préparation de curriculums 34-35
Undertaking curriculum development.

IV. CONCLUSIONS 38-39

ANNEXES

1. Liste des participants 42
1 bis. Liste des auteurs de communications qui n'ont pas pu assister en personne au Congrès 49
2. Liste des communications classées selon le programme du Congrès 51
3. Sujets considérés par les groupes de travail 58
4. *Address by* Dr N. Joel, *on behalf of* UNESCO 59
5. Expériences d'intégration signalées au Congrès 62
6. Recommandations du Colloque de Lausanne (1967) sur l'articulation des enseignements de mathématique et de physique .. 64
Reccomendations of the Lausanne Symposium (1967) about the coordination of the teaching of mathematics and physics. 65
7. Ouvrages et articles à consulter 68
8. Note sur la C.I.E.S. 70

I. AVANT-PROPOS

H. Freudenthal

Le courant de différenciation qui a fait naître les sciences fondamentales modernes et leurs spécialisations de plus en plus raffinées a été toujours accompagné par un courant parallèle et inverse, par des efforts d'intégration, comme ceux des encyclopédistes, tendant à démontrer que la différenciation ne doit pas impliquer la désintégration. Evidemment l'intégration n'est pas seulement une idée d'ordre théorique. Sans des intégrantes, il n'y aurait pas eu ces influences d'une science sur l'autre qui ont tant contribué au progrès.

Ce n'est qu'assez récemment que la différenciation a atteint l'enseignement; graduellement elle s'est étendue, à partir du niveau universitaire, à des niveaux plus bas. C'est aussi un processus irréversible. Mais d'un autre côté, on peut se demander — et de nombreux pédagogues l'ont fait — si un enseignement désintégré est réellement effectif, si l'on peut attendre de l'élève moyen qu'il intègre la matière désintégrée qu'on lui offre. Il y a même des raisons pour affirmer qu'un tel enseignement a peu de valeur.

Le problème de l'intégration de l'apprentissage est un problème grave et extrêmement difficile, même si l'on ne cherche qu'une solution partielle, disons celle de l'intégration des enseignements scientifiques. C'est sans doute la raison pour laquelle tous les efforts d'intégration individuels et bien remarquables n'ont pas encore suffi à faire naître dans l'enseignement un courant d'intégration comparable à celui qui existe dans les applications des sciences. Il semble que ce qui nous a manqué, c'était une intégration des efforts d'intégration.

Grâce à des congrès et colloques et au trafic à grande distance et grande vitesse, notre monde culturel est mieux intégré que ne le fut celui de nos prédécesseurs, au moins du point de vue des personnes, de la variété des contacts et des échanges d'idées. Une vaste rencontre d'intégrateurs pouvait être le moyen de promouvoir l'intégration de leurs efforts.

Evidemment, ce devait être un congrès bien intégré, non une somme de sections ou sous-sections isolées, — un congrès où il serait absolument défendu de se plaindre que, dans un camp, on ne comprenne pas le langage de l'autre.

Ce congrès a eu lieu à Droujba, les 11-19 septembre 1968, grâce aux efforts infatigables et bien dirigés de Monsieur FLEURY et de ses collaborateurs et collaboratrices. L'extrait présent des procès-verbaux témoigne de ses résultats. Il devrait aussi témoigner du degré auquel l'idéal d'un tel congrès a été approché, mais ce ne serait pas si simple. A mon expérience, dont j'espère qu'elle ne fût pas isolée, mais plutôt partagée par les autres, c'étaient des journées bien intégrées, l'une à l'autre, où l'on a réussi à intégrer les efforts individuels et les efforts de groupe et de l'ensemble, les enseignements divers entre eux et avec les grandes idées de l'éducation, les hommes et les buts, le travail et l'amusement. Soyons heureux et reconnaissants que tout se soit passé en un endroit où les expressions de la civilisation étaient merveilleusement intégrées dans un paysage ravissant et rayonnant.

II. PRÉPARATION ET DÉROULEMENT DU CONGRÈS

P. FLEURY

Un examen des *possibilités d'une intégration des enseignements scientifiques,* dont l'avant-propos précédent et le rapport de synthèse (pages 8-9) indiquent le but (*), a été entrepris depuis janvier 1966, à la demande du Conseil International des Unions Scientifiques (I.C.S.U.), par sa Commission Interunions de l'Enseignement des Sciences. On trouvera à la fin de la présente brochure *(Annexe 8)* une note sur la composition et les activités de cette Commission.

Un Comité international *ad hoc,* réuni en septembre 1966 (voir page 72), précisa les problèmes posés, et recommanda l'organisation d'un Congrès selon les modalités suivantes.

L'intégration envisagée porterait essentiellement sur l'*enseignement secondaire,* pour lequel elle paraît réalisable au mieux. Le sujet étant très vaste, l'enseignement des sciences humaines serait laissé de côté. Les participants (en nombre limité) devaient être des spécialistes des diverses sciences et des éducateurs professionnels. Le cas des pays en développement serait naturellement étudié attentivement.

(*) Voir aussi l'exposé du Dr N. JOEL (p. 59).

Le *programme* provisoire, tel qu'il apparaîtra dans l'*Annexe 2,* fut fixé après des échanges de vues répétés, lors de la réunion de 1967 de la C.I.E.S. et des rencontres que put avoir son Secrétaire avec des personnalités compétentes aux Etats-Unis, en Suisse, en Hollande et à Paris.

Sur l'aimable invitation de l'Union des Travailleurs scientifiques de Bulgarie, il fut décidé que le Congrès aurait lieu à *Droujba,* près de Varna, en septembre 1968.

Le professeur H. FREUDENTHAL accepta la présidence du Comité d'organisation, auquel le Dr W. C. KELLY (Washington) apporta une contribution active et efficace.

Des circulaires d'information furent diffusées en juillet 1967, février, avril et juillet 1968. Des appels furent addressés à des experts particulièrement qualifiés, et 56 documents préparatoires (voir *Annexe 2)* purent être, pour la plupart plusieurs mois avant la réunion du Congrès, envoyés aux participants inscrits : on espérait pouvoir ainsi réduire le temps consacré à la présentation des exposés et rendre les discussions plus efficaces.

Les dépenses purent être couvertes grâce aux subventions du Conseil International des Unions et à des contrats conclus avec l'U.N.E.S.C.O.. Une généreuse subvention fut accordée par la Fondation Ford et de nombreux gouvernements et organismes privés assurèrent le voyage de leurs nationaux.

Au dernier moment, en raison (le plus souvent) de la situation en Europe centrale, un certain nombre d'inscrits durent renoncer à venir au Congrès. Le nombre des participants s'elèva cependant (voir *Annexe 1)* à 85, y compris 11 bulgares, en plus de nombreux observateurs. Ils appartenaient à 26 pays différents, et à 4 organisations internationales. Physiciens et mathématiciens étaient en majorité, mais les autres Sciences, ainsi que la Pédagogie, étaient largement représentées.

Lors de la séance d'ouverture du Congrès, Madame Bistra ABRAMOVA, Vice-ministre de l'Education de la République populaire de Bulgarie, accueillit les participants. Des allocutions furent prononcées, notamment par le professeur H. FREUDENTHAL, Président du Congrès, le professeur K. BRATANOV, Président de l'Union des Travailleurs scientifiques de Bulgarie, et par le Dr N. JOEL, au nom de l'U.N.E.S.C.O.

Une rencontre préliminaire prépara la répartition des exposés et des discussions entre 10 séances plénières et les réunions de groupes spécialisés.

Les premières furent consacrées à l'examen général des conditions d'un enseignement intégré, à celui des besoins des diverses disciplines et des résultats (parfois fort intéressants) de certaines expériences déjà entreprises (*), ainsi qu'à la révision et à la coordination des rapports des groupes. Ceux-ci, au nombre de onze (voir *Annexe 3),* travaillèrent

(*) Voir l'*Annexe* 5 et les documents publiés par les responsables de ces expériences.

souvent en parallèle ; on regretta généralement qu'ils n'aient pas pu disposer de plus de temps.

Leurs animateurs et de nombreux participants contribuèrent grandement à l'efficacité des travaux ; une gratitude spéciale est due au professeur R. J. HELLER, qui avait préparé une très utile synthèse des documents préliminaires et qui, avec la collaboration active du professeur D. G. CHISMAN, rédigea le rapport général. Ce texte, que l'on trouvera ci-après, et dont les « Conclusions » ne donnent qu'un aspect très partiel, fut adopté à la fin du Congrès. Nous espérons qu'il pourra rendre tous les services en vue desquels il fut établi.

Divers films d'enseignement, apportés par les professeurs R. L. HELLER et Madame M. GARDNER, par D. G. CHISMAN et par Madame S. M. HAGGIS, et J. RUTHERFORD, furent présentés aux Congressistes, qui exprimèrent tout leur intérêt.

Ils furent, d'autre part, unanimes à dire leur très vive reconnaissance au Comité d'organisation bulgare (notamment aux professeurs K. BRATANOV et B. EFTIMOV, et à Madame E. KUTIKOVA), dont la gentillesse et l'aide précieuse permirent un travail facile (grâce aussi à un bon service de traductions simultanées) et un séjour particulièrement agréable. Une généreuse réception d'accueil, une séance folklorique et de magnifiques promenades le long des côtes de la Mer Noire furent extrêmement appréciées, — de même que les grandes commodités de la « Maison Internationale Joliot-Curie » et la complaisance de son Directeur, Monsieur MILYOKOV, et de tout son personnel.

III. GENERAL REPORT*

R. J. Heller and D. G. Chisman

INTRODUCTION

The aims of the Congress were to study the possible development of courses in integrated science and to discuss the best way of organising the teaching of the subject as a coherent whole, particularly at the secondary level. Since the subject is so large, the problem of integration of science with social sciences, psychology and economics has been omitted.

It is obviously necessary, in order to avoid ambiguity, to distinguish clearly between :

a) *Complete integration,* which consists of joining several subjects into a single course in which the concepts of science are presented through a unified approach;

b) *Coordination,* which entails a carefully planned collaboration between the various disciplines and in the training of teachers for such an approach.

The work in arranging a congress on this particular theme was particularly complicated and delicate and thanks are due to the organising committee (Dr. H. Freudenthal and Dr. W. C. Kelly) and particularly to the secretary, Professor P. Fleury and his assistant Madame A. Vuillemin.

*
**

(*) The two versions have been prepared by the rapporteurs and do not represent necessarily a literal translation. The authors have tried in each section to present the views expressed by the participants in the best way in the respective languages.

III. RAPPORT DE SYNTHÈSE*

R. J. Heller et D. G. Chisman

INTRODUCTION

L'objet de ce Congrès était d'étudier les possibilités d'intégration des enseignement scientifiques et de discuter des meilleurs moyens d'organiser l'enseignement, principalement au niveau secondaire, en un tout cohérent malgré la diversité des matières enseignées. Vu l'ampleur du sujet, l'intégration avec les sciences humaines, économiques et techniques a dû être laissée de côté, malgré l'intérêt de ces problèmes.

Il a paru nécessaire, pour éviter toute ambiguïté, de distinguer nettement :

1) l'*intégration* proprement dite, qui consiste en la réunion de plusieurs matières en un seul cours où les concepts de la science sont abordés dans un esprit et par des méthodes unitaires ;
2) la *coordination,* qui consiste en une coopération soigneusement planifiée entre plusieurs disciplines.

Les travaux sur un thème aussi complexe et délicat n'ont pu être menés à bien que grâce à une organisation impeccable, dont le mérite revient en premier lieu au Secrétaire de la C.I.E.S., le professeur P. Fleury, et à sa collaboratrice Madame A. Vuillemin, ainsi qu'à leurs Collègues du Comité d'organisation MM. H. Freudenthal et W. C. Kelly.

*
**

(*) Les deux versions ont été établies par les rapporteurs et ne constituent pas nécessairement des traductions littérales. Les auteurs se sont efforcés d'exprimer au mieux dans l'esprit de chacune des langues la pensée des participants.

1. Complete integration

1.1. *Contribution of integration to the teaching of science.*

The following considerations may justify the attempt to introduce integrated science courses :

a) Science teaching should contribute towards cultural and general education, bringing to all pupils a suitable basis for citizenship and, where necessary, a preparation for university studies. Science education should be *directed firstly towards scientific literacy and an understanding of scientific progress.*

b) Programmes now in use in different countries present an impressive survey of all that could be taught, but a difficult *choice of material has to be made.*

c) From a variety of phenomena, *fundamental principles* of science can be derived (e.g. order-disorder, conservation of energy, etc.) which find their application in diverse fields.

d) Emphasis is placed on the *fundamental unity of science.*

1.2. *Contribution of integration to pupils' activities.*

Integrated science provides the opportunity of introducing a pupil to solving-problem situations. This develops his activity, his creativity, his independence; it is in this way that he acquires the right approach to *methods of working.*

It also provides the opportunity of illustrating the essential *historical development* of the main scientific theories.

From the educational point of view, integration avoids unnecessary *repetitions,* thus saving an appreciable amount of time, emphasises analogies and gives importance to fundamental principles and methods.

1.3. *Content of an integrated course.*

The course should emphasise to pupils the importance of observation for increased understanding of the world about them; it should help them to appreciate the modes of thought and the ways of working characteristic of science; it should develop their *interest* in science and its applications, and should bring to their attention some of the

1. L'intégration proprement dite

1.1. *Apport de l'intégration à l'enseignement des sciences.*

Quatre considérations justifient les essais d'introduction de l'intégration dans l'enseignement des sciences :

a) L'enseignement doit garder un caractère de culture et de formation générales, apportant à un très large éventail de la population scolaire les bases qui lui permettront d'affronter les difficultés de la vie courante, quel que soit le métier choisi, ou d'aborder valablement des études universitaires. L'enseignement des sciences est avant tout une *ouverture vers l'humanisme scientifique et vers le progrès.*

b) Les programmes en vigueur dans les différents pays fournissent un inventaire impressionnant de tout ce qu'il serait bon d'enseigner. Un choix sévère s'impose et c'est déjà un avantage de l'enseignement intégré que de faciliter les *allègements indispensables.*

c) De la diversité des phénomènes doivent être dégagés les *principes fondamentaux* (par exemple ordre-désordre, conservation de l'énergie), qui trouvent leur application dans les champs les plus variés.

d) L'intégration met l'accent sur l'*unité fondamentale de la science.*

1.2. *Apport de l'intégration à l'activité de l'élève.*

L'intégration fournit des occasions de placer l'élève dans des situations où il a à résoudre des problèmes : ce qui développe son activité, sa créativité, son indépendance : et c'est ainsi qu'il aquiert de vraies *méthodes de travail.*

Il convient également d'utiliser l'intégration pour montrer aux élèves l'essentiel du *développement historique* des principales théories scientifiques.

Enfin sur le plan pédagogique, l'intégration, qui évite les *répétitions* inutiles, met en relief les analogies, fait une part essentielle aux principes fondamentaux et aux méthodes, facilite par ailleurs les transferts et fait bénéficier d'un gain de temps appréciable dans l'acquisition des connaissances.

1.3. *Contenu d'un cours intégré.*

Le cours doit montrer clairement aux élèves l'importance de l'observation pour mieux comprendre le monde qui nous entoure : il doit les familiariser avec la manière de penser et la méthode de travail, caractéristiques de la science : il doit développer leur *intérêt* pour la science et ses applications et porter leur attention sur quelques-uns

major problems facing mankind; it should also help them to recognise whether they have a particular aptitude for scientific work.

There are many ways in which these aims might be achieved, and many different courses should be designed and tested.

The following examples may give some idea of topics that could provide the beginnings of an integrated course : air, water, the earth, forests, domestic animals, farms, hygiene, food, time, movement, measurement, light, weather, energy, etc.

1.4. *Teaching methods.*

Integrated science has as its essential aim the teaching of pupils to reason precisely and to react appropriately to given situations. Thus *heuristic methods* and other investigatory methods in which pupils participate personally as the course develops should be widely used.

In order to bring out the fundamental principles, the *maturity* of the pupils should be taken into account. Although the child is much more able to understand abstractions than is generally realised it is always necessary to begin with specific examples and only to introduce generalisations that correspond with the degree of comprehension of the pupils.

Brief references to philosophy and history of science can be helpful on condition that they are not abused and are utilised only when the pupils have adequate knowledge and understanding of the subject matter.

1.5. *Implementation of integration at the first stage of secondary education.*

Whatever the interest in integration it must be implemented cautiously for there is always the risk of ending up with an approach that is disordered and superficial.

The extent of integration and the balance between complete integration and coordination will depend on the age of the pupils (complete integration being easier with the junior classes), the type of educational establishment (ordinary school, technical school, etc.) and local conditions (administrative structure and local traditions).

At the earlier stages of secondary education emphasis must be placed on experimental aspects of science and a totally integrated course in natural science (physics, chemistry, biology, earth sciences astronomy, etc.) appears generally desirable. But it is useless for educationists to write quickly a syllabus for a course and then to expect it to be taught successfully. A *great deal* more is required in the way of planning, testing and implementation — all rather lengthy and costly processes.

des grands problèmes avec lesquels l'humanité est confrontée : il doit les aider à découvrir s'ils ont une aptitude spéciale pour le travail scientifique.

Ce but peut être atteint de bien des manières et plusieurs solutions devraient être expérimentées.

A titre d'exemples, on peut citer les thèmes suivants qui peuvent faire l'objet de points de départ pour un cours intégré : l'air, l'eau, la terre, le relief, la forêt, les animaux domestiques, la ferme, l'hygiène, l'alimentation, les saisons, le temps, le mouvement, les mesures, la lumière, l'énergie, etc.

1. 4. *Les méthodes d'enseignement.*

L'enseignement intégré ayant pur objet essentiel d'apprendre aux élèves à raisonner juste et à réagir convenablement devant une situation donnée, la *méthode heuristique* et les autres méthodes actives, où l'élève participe personnellement au déroulement de l'enseignement, devront être largement utilisées.

Pour dégager les principes fondamentaux, on tiendra compte de la *maturité* des élèves : bien que l'enfant soit beaucoup plus apte à l'abstraction qu'on ne le croit généralement, on veillera toujours à partir du concret et à n'introduire que les généralisations appropriées à son degré de compréhension.

Un appel à la philosophie et à l'histoire des sciences peut être précieux à condition qu'on n'en abuse pas et qu'on les utilise seulement quand les enfants ont une connaissance et une compréhension suffisante du sujet.

1. 5. *Mise en place de l'intégration dans le 1er cycle secondaire.*

Quel que puisse être l'intérêt de l'intégration on doit être très prudent dans sa mise en place, sous peine d'aboutir à un enseignement désordonné et superficiel.

Le choix de l'équilibre retenu entre l'intégration et la coordination et la délimitation du secteur intégré dépend de l'âge des élèves (l'intégration est plus aisée dans les petites classes), du type d'établissement scolaire (d'enseignement général, technique, etc.), des conditions locales (structures administratives, traditions).

Au premier cycle de l'enseignement secondaire, où l'accent est mis sur les aspects phénoménologiques et l'éducation générale, un cours totalement intégré des sciences de la nature (physique, chimie, biologie, sciences de la terre, astronomie) apparaît en général désirable. Mais c'est en vain que les pédagogues écriraient à la hâte un programme des cours et s'attendraient alors au plein succès d'un tel enseignement. Il faut *beaucoup d'efforts* pour planifier, expérimenter et améliorer, ce qui demande du temps et de l'argent.

Implementation of educational reform leading to integrated science courses may include :

a) formation of working groups ;
b) definition of rationale, parameters, content and pedagogic style ;
c) study of relevant curriculum projects ;
d) seeking advice from experts in related fields ;
e) development and testing of learning materials ;
f) inauguration of teacher training programmes ;
g) dissemination of project information.

1. 6. *Integration of science at the second stage of secondary education.*

Pupils who are not committed to the study of any particular subject when they enter a university, and those pupils who (at the age of sixteen or earlier) have decided not to specialise in science, should continue with science until they leave school. This further study of science should continue to be basically an integrated one. However, some schools (depending on national circumstances), may find it wise also to include deeper treatments of particular branches of science.

For those pupils who at the end of stage I decide to enter a science-based faculty in a university, or to follow some other science-based course of study or occupation, a number of patterns of science courses are possible. These range from the system where individual sciences are taught quite separately, through a system where they are closely coordinated, to a fully integrated science course. Some experiments are already in progress, and it is to be hoped that many others will be carried out in the future (see *appendix 5)*.

1. 7. *Science in primary schools.*

Science is an important element of primary education for the following reasons :

a) It can open the child's eyes to his environment and develop natural interest and curiosity in the world around him.

b) It can develop scientific attitudes, skills and habits of thought and simple basic scientific concepts.

c) It can provide in a fairly free and unstructured way experiences which form the basis of later scientific activities.

In the developing countries, where many children never get beyond primary school, scientific literacy must be established at this level if it is to be established at all.

La *mise en place d'une réforme* de l'enseignement conduisant à un cours de science intégré devrait comprendre :

a) la formation de groupes de travail ;
b) la définition de l'esprit, des limites, du contenu et du style pédagogique du cours ;
c) l'étude des réalisations déjà existantes ;
d) l'avis des experts dans les domaines concernés ;
e) la préparation et l'essai du matériel d'enseignement ;
f) la préparation d'un programme pour la formation des maîtres ;
g) la diffusion du projet.

1.6. *Intégration au deuxième cycle de l'enseignement secondaire.*

Les élèves qui n'ont pas arrêté leur choix sur une discipline particulière pour leurs futures études universitaires et ceux qui, à 16 ans (ou avant), ont décidé de ne pas se spécialiser dans les sciences, devraient continuer à suivre un enseignement scientifique jusqu'à ce qu'ils quittent le niveau secondaire. Cet enseignement devrait continuer à reposer fondamentalement sur l'intégration. Cependant, quelques établissements (par suite des circonstances locales) peuvent juger préférable de donner des enseignements plus approfondis de certaines disciplines.

Pour les élèves qui, à la fin du premier cycle, ont décidé d'opter pour des études scientifiques à l'Université ou ailleurs, ou d'exercer des activités à bases scientifiques, de nombreux schémas sont possibles. Ils vont du système où les sciences individuelles sont enseignées tout à fait séparément au cours complètement intégré, en passant par des enseignements étroitement coordonnés. Quelques expériences sont déjà en cours et il est souhaitable que beaucoup d'autres soient entreprises dans le futur (voir *Annexe 5)*.

1.7. *Les Sciences dans les Ecoles primaires.*

Les Sciences sont un élément important de l'éducation primaire pour les raisons suivantes :

a) Elles peuvent ouvrir les yeux de l'enfant sur son environnement et développer son intérêt naturel et sa curiosité pour ce qui l'entoure.

b) Elles peuvent développer les attitudes scientifiques, l'habileté et les habitudes du raisonnement et donner les premières notions scientifiques simples.

c) Elles peuvent ouvrir, dans une agréable liberté et sans un ordre rigoureux, la voie à des expériences qui formeront plus tard les bases des activités scientifiques.

Dans les pays en voie de développement, où beaucoup d'enfants n'iront jamais au-delà de l'école primaire, une certaine instruction scientifique doit être établie à ce niveau, si on veut qu'elle soit assurée à tous.

Science as such (i.e. elements of physical and biological science and earth and space science) should be *integrated.* In this integration, emphasis should be placed on scientific attitudes and skills and on fundamental scientific concepts introduced as appropriate to the level of the child's thought and ability. Further, integration of mathematics and science at primary school is desirable. By means of suitable projects, close links between science and other aspects of the primary school curriculum can be achieved (social studies, development of language, etc.). Imagination and enthusiasm on the part of the teacher is essential if this approach is to be successful.

As in most countries one teacher teaches all the subjects to a particular class, considerable integration of the whole primary school curriculum is considered desirable and possible at the discretion of the teacher, though this has not yet been achieved by many schools in many countries. A close link between school and home education is also important.

Science should be approached through concrete experiences of the child's environment, progressively structured as the child increases in age. As the aim is concerned primarily with the development of skills and attitudes, a wide range of subject matter can provide resources for the teacher who can select from it what is appropriate to his own pupils' needs and interests. Development and re-inforcement of simple scientific concepts through appropriate experiences is essential. Apparatus should be simple and robust so that it can easily be handled and manipulated by the pupils. Many activities will require only familiar everyday articles.

The *training of the teacher* is the key to science teaching in the primary school. In the development of new curricula and teaching materials to accompany them, practising teachers and students and staff of training colleges, should be deeply involved. Many teachers are lacking in scientific background and lack confidence to teach science, and special assistance should be provided for them.

It is essential that science courses be conducted in all primary teacher training colleges so that the teachers in training have a good understanding of science. The pedagogical training should be closely related to the subject matter content of the science courses. Integrated science courses are desirable in training colleges, as they promote the outlook which the teacher in training will subsequently be required to convey to his pupils.

Recommendations.

I. — Special studies are needed of the following :

a. Studies of concept formation (replication of Piaget's experiments and related ones) in many countries, and experiments on how scientific concept formation can be speeded up by suitable activities.

Les sciences proprement dites (c'est-à-dire les sciences physiques et biologiques, les sciences de l'espace et de la terre) devraient être *intégrées*. Dans cette intégration, l'accent serait mis sur les attitudes et l'habileté et sur les notions scientifiques fondamentales choisies et présentées en fonction du niveau de la pensée et des aptitudes des enfants. De plus l'intégration des mathématiques et des sciences est désirable à l'école primaire. Des programmes appropriés peuvent nouer des liens étroits entre les sciences et les autres aspects de l'enseignement primaire (études sociales, développement du langage, etc.). L'imagination et l'enthousiasme de la part des enseignants sont enssentiels pour que cette approche réussisse.

Comme, dans la plupart des pays, un seul maître enseigne toutes les matières à une classe donnée, une large intégration de tout le programme de l'école primaire est désirable et possible à la discrétion des enseignants, bien que ceci ne soit pas encore pleinement réalisé dans beaucoup d'écoles et beaucoup de pays. Les relations étroites entre l'école et l'éducation à la maison sont également importantes.

Les sciences seraient abordées à travers des expériences concrètes tirées de l'environnement des enfants, progressivement structurées au fur et à mesure que l'enfant grandit. Comme il s'agit essentiellement de développer l'habileté et des attitudes, une large gamme de sujets est à la disposition du maître, qui peut sélectionner ceux qui sont appropriés au but poursuivi et à l'intérêt de ses élèves. Le développement et le renforcement des notions scientifiques simples au travers d'expériences appropriées est l'essentiel. L'appareillage devrait être simple et robuste, pour être aisément manipulé par les élèves. Beaucoup d'activités requéreraient seulement les faits familiers quotidiens.

La formation des maîtres est la clé de l'enseignement des sciences dans l'école primaire. Pour le développement de nouveaux programmes et du matériel pédagogique correspondant, les enseignants en exercice, les étudiants et le personnel des écoles normales, seraient largement mis à contribution. Beaucoup d'enseignants manquent de bases scientifiques et manquent de confiance pour enseigner les sciences. Des institutions spéciales doivent être prévues à cet effet.

Il est essentiel que les cours de Science soient dispensés dans toutes les écoles normales de sorte que les maîtres en cours de formation aient une bonne connaissance des Sciences. L'enseignement pédagogique sera étroitement lié au contenu des matières des cours scientifiques. Les cours de sciences intégrées sont nécessaires dans les écoles normales, afin qu'ils favorisent les vues sur l'avenir dont l'élève-maître aura besoin par la suite devant ses élèves.

Recommandations.

I. — Des études spéciales sont nécessaires sur les sujets suivants :

a. Des études sur le développement des complexes (répétition de l'expérience de Piaget et analogues) dans beaucoup de pays et les expériences sur l'élaboration des concepts scientifiques peuvent être accélérées par des moyens appropriés.

b. Studies of the cultural background in developing countries and its influence on the learning of science, with regard to local beliefs and world view, and to attitudes such as authoritarianism. Such studies could also indicate how experiences and knowledge derived from the local culture could be used as a basis for science teaching.

c. Studies of language from the point of view of science teaching. In some developing countries, the vernacular does not contain scientific words, and new words have to be invented.

II. — Experiments in the development of new curricula and the production of teaching materials are needed, drawing on those resources which are already available and closely linked with educational studies and the training of teachers.

III. — A major strategy for improving science teaching in the primary schools is to improve the preparation of teachers in science education in the training colleges.

2. Co-ordination within and between disciplines

The Conference did not study all the problems that were examined at the Dakar Congress (*) but the discussions were restricted to certain questions whose solution is important if teaching of science is to be organised smoothly.

2.1. *Mathematics.*

2.1.1. General problems.

Each subject has grown so enormously, both in terms of factual content and in sophistication of technique that it may be unreasonable to expect most teachers at the higher level of secondary school to be proficient at more than one discipline. Moreover, certain disciplines - mathematics, in particular-must be taught in their own right to ensure their validity and meaning, both in terms of their own independent structure and as a useful tool to other subject matter. Mathematical structure builds upon itself and leads to more mathematics ; in this way, mathematics constantly adds meaning and utility to the role played by abstract models in other fields as well. In addition to its

(*) See Proceeding of C.I.E.S. Conference « Teaching of Science and Economic Growth » (Dakar, January, 1965).

b. Des études sur le fond culturel dans les pays en voie de développement et sur ses influences sur l'enseignement des sciences pourraient être poursuivies en songeant aux croyances locales et aux conceptions du monde, et à des attitudes telles que « l'autoritarisme ». De telles études pourraient aussi indiquer comment les expériences et le savoir dérivés d'une culture locale pourraient être employées comme une base pour l'enseignement des sciences.

c. Des études linguistiques sont à faire du point de vue de l'enseignement des sciences. Dans les pays en voie de développement, la langue du pays ne contient pas de mots scientifiques, et de nouveaux mots ont dû être inventés.

II. — Les expériences dans le développement de nouveaux programmes et la production de matériel d'enseignement sont nécessaires, en extrayant les moyens immédiatement utilisables et en les reliant intimement aux études pédagogiques et à la formation des maîtres.

III. — La grande stratégie pour l'amélioration de l'enseignement des sciences dans les écoles primaires est d'améliorer la formation des maîtres en matière scientifique dans les écoles normales.

2. Coordination dans et entre les disciplines

Le Congrès n'a pas examiné l'ensemble du problème, déjà étudié au Congrès de Dakar *, mais il s'est arrêté sur quelques questions délicates, dont la solution est importante pour une organisation harmonieuse de l'enseignement.

2. 1. *Mathématiques.*

2. 1. 1. Problèmes généraux.

Chaque matière s'est développée à un tel point, dans son contenu et ses méthodes, qu'il n'est peut-être pas raisonnable d'espérer que la plupart des professeurs puissent être compétents pour enseigner, au deuxième cycle de l'enseignement secondaire, plus d'une discipline. En outre, certaines d'entre elles, les mathématiques en particulier, doivent être enseignées dans toute leur rigueur pour leur conserver leur valeur et leur sens, qu'il s'agisse de leur propre structuration ou de leur utilisation pour d'autres disciplines. La structure mathématique s'édifie sur elle-même et conduit à plus de mathématiques : de cette manière, les mathématiques gagnent constamment en signification et en efficacité dans leur rôle, qui est de fournir des modèles abstraits aux autres sciences. Outre leur intérêt propre, les mathématiques doivent

(*) Voir compte rendu du Congrès C.I.E.S. sur l'Enseignement des Sciences et le Progrès Economique (Dakar, janvier 1965).

independent existence, mathematics is meant to serve as an instrument to facilitate the study of other subjects.

In general, there are *two ways* that mathematics can be taught in order to make a contribution to the other sciences. The traditional method is to apply a mathematical theory to a science situation; the second method, growing in popularity, begins with the study of a science situation rich in mathematical content and attemps to identify or create a mathematical theory or explanation. The primary schools always have used physical sensory situations as motivation for learning arithmetic and geometry. The procedure is now continued into the secondary schools.

Mathematics teachers must continue to develop their role of preparing students for work in the sciences ; this preparation may vary from naive, informal introduction of a topic to a highly formal abstract development.

Teachers of mathematics will continue to be interested in the overall education of their students and in the inter-relationships that exist between mathematics and other subjects. The purposes of mathematics itself at the secondary school level of instruction are best served when each topic is frequently related to ideas, principles, and theories to be found in the other sciences. Care must be taken that balance between illustration and motivation for serving the other sciences and the learning of mathematics itself will always operate to *bring mathematics to the forefront.* Therefore, teachers of mathematics will be expected to understand, to some extent, subjects other than their own. However, whereas teachers of mathematics must respect and appreciate the intervention of mathematics in other disciplines, when appropriate, the subject itself cannot integrate with these other disciplines if it is to maintain its internal organisation as well as its external usefulness.

2. 1. 2. The practical aspects of mathematics.

For the teaching of mathematics, as of other subjects, to be lively, it is best to begin with concrete examples, but the meaning of this must be made clear.

Such examples must not consist of an artifical « mathematisation » of any subjects whatever : it is not merely a question of showing the pupils models (cubes, pyramids, cones, etc.). This would only lead to a passive perception and would not stimulate any intellectual effort.

On the contrary, the practical aspects of mathematics must in different ways stimulate the intuition, the imagination and thus the mathematical activity of the child. From a general phenomenon such as shadows, the balancing of scales, an image in a mirror, it is possible to develop a scientific analysis of laws and structures. Finding the same laws or the same structures in different situations, the pupil will be led to compare, to classify, and thus to synthesise.

être conçues comme un instrument destiné à faciliter l'étude des autres sujets.

En général, il y a *deux moyens* d'enseigner les mathématiques en vue d'assurer cette contribution aux autres sciences. La méthode traditionnelle consiste à appliquer la théorie mathématique à une situation scientifique; la seconde méthode, qui croît en popularité, commence par l'étude d'une situation scientifique riche de contenu mathématique et s'efforce de l'identifier à une théorie mathématique qui l'explique ou de créer une telle théorie mathématique. L'école primaire a toujours utilisé des situations physiques ou concrètes comme motivation de l'étude de l'arithmétique et de la géométrie. Le procédé se développe maintenant dans l'enseignement secondaire.

Les professeurs de mathématiques doivent continuer à participer à la préparation des élèves aux études scientifiques : cette préparation peut aller d'une introduction naïve et informelle à un développement abstrait hautement formel.

Les professeurs de mathématiques continueront à s'intéresser à l'éducation générale de leurs élèves et aux interrelations qui existent entre les mathématiques et les autres sujets. Les objectifs des mathématiques elles-mêmes sont mieux atteints lorsque chaque thème est fréquemment relié aux idées, principes et théories qui se trouvent dans les autres sciences. On doit veiller cependant à ce que l'équilibre entre l'illustration et la motivation au service des autres sciences et l'enseignement des mathématiques elles-mêmes assurent toujours une *prééminence des mathématiques*. Ainsi, les professeurs de mathématiques doivent-ils être aptes à connaître, jusqu'à un certain point, des matières autres que la leur. Cependant, si les mathématiciens doivent respecter et apprécier l'intervention des mathématiques dans les autres disciplines, quand elle est appropriée, la discipline elle-même ne peut pas être intégrée aux autres disciplines si l'on veut respecter son organisation interne comme son utilité pour les autres.

2. 1. 2. Le concret en mathématiques.

Pour un enseignement actif, en mathématiques comme ailleurs, il est bon de partir du concret, mais il faut préciser la signification du mot.

Le concret ne doit pas consister en une mathématisation artificielle de n'importe quel sujet : il ne doit pas se réduire à montrer aux élèves des « modèles de vitrine » (cube, pyramide, cône, etc.). Cela ne conduirait qu'à une perception passive, ne suscitant aucun travail intellectuel.

Au contraire, le concret doit être *opératif*, c'est-à-dire qu'il doit exciter, de différentes manières, l'intuition, l'imagination et donc l'activité mathématique de l'enfant. D'un phénomène global, tel que l'ombre, l'équilibre d'une balance, une image dans un miroir, on sera conduit à faire une analyse scientifique des lois et structures. Retrouvant les mêmes lois ou les mêmes structures dans des situations différentes, l'élève sera amené à comparer, à classifier, donc à faire une synthèse.

Emphasis will, in this way, be laid both on the similarity of content and on the methodological analogies, thus preparing the pupil to become familiar with scientific method.

2. 1. 3. Probability and Statistics.

Elements of probability and statistics must be introduced into teaching taking into account the age of the pupils and placing great emphasis on concrete examples and experimental aspects especially in the early years. These elements would satisfactorily complement the traditional teaching, which is too rigid. The concept of probability, the use of which is so important in daily life and in science, seems to the pupils to be somewhat incompatible with scientific thought, without initial preparation.

The role of probability and statistics in integration can be shown by applications in many varied spheres. At the same time it would be very useful for all the various disciplines to give a place to random events (social sciences, physics, biology, etc.).

In general, the teaching of elements of probability and statistics must not be reduced either to abstract concepts nor to condensed mathematical laws. These two aspects are necessary but the essential point is the pupils' power of thought and capacity to operate in a flexible and independent manner.

2. 2. *Physics.*

2. 2. 1. The coordination of mathematics and physics.

In the first stage of secondary education, the teaching of physics is concerned above all with experiment ; it also involves mathematics of an elementary kind, as do the other experimental sciences. The methodological conditions necessary for the integration of the two disciplines are not therefore fully realised, which lead certain people to deny the possibility of such integration.

In the second stage, the teaching of physics becomes more structured and involves mathematics of a more advanced kind, but the two subjects retain their own teaching methodology. Their teaching has characteristic features which are too different to allow integration. On the other hand, as far the coordination of their teaching is concerned there are considerable possibilities, although much progress remains to be made in this direction.

The choice of the best moment for the introduction of trigonometric functions, limits, derivative, integral or differential equations still often gives rise to difficulties in the way of a partial coordination, or of transfer from the physics course to the mathematics course. All efforts towards a better coordination of these two subjects are to be encouraged.

L'accent sera ainsi mis à la fois sur la liaison entre les contenus et sur les analogies méthodologiques, préparant l'élève à se familiariser avec la méthode scientifique.

2. 1. 3. Probabilités et statistique.

Des éléments de probabilités et de statistique doivent être introduits dans l'enseignement de bonne heure en tenant compte des caractéristiques d'âge et en mettant fortement l'accent sur le côté concret et expérimental, surtout les premières années. Ces éléments viendront heureusement compléter l'enseignement traditionnel, trop exclusivement déterministe. La notion de probabilité, dont l'utilisation dans la vie courante et dans les sciences est si importante, paraît aux élèves difficilement compatible avec le déterminisme scientifique sans une préparation systématique préalable.

Le rôle des probabilités et de la statistique dans l'intégration peut être affirmé par des applications dans des domaines très divers. En même temps, il serait extrêmement utile que les diverses disciplines enseignées fassent une place systématique à l'analyse scientifique des événements aléatoires (sciences sociales, physique, biologie, etc.).

D'une façon générale, l'enseignement des éléments de probabilités et de statistique ne doit être réduit ni a une axiomatique abstraite, ni à un abrégé des règles de calcul. Ces deux aspects sont nécessaires, mais l'essentiel reste la pensée vivante de l'écolier, sa capacité d'opérer mentalement d'une manière souple et indépendante dans ce domaine.

2. 2. ***Physique.***

2. 2. 1. Coodination mathématiques-physique.

Au premier cycle de l'enseignement secondaire, l'enseignement de la physique est surtout phénoménologique : il est donc doté d'une mathématisation peu avancée, comme celui des autres sciences expérimentales. Les conditions méthodologiques propres à l'intégration entre les deux disciplines ne sont alors pas pleinement remplies, ce qui incite certains à en nier la possibilité.

Au 2e cycle, l'enseignement de la physique acquiert une certaine structure et est doté d'une mathématisation plus avancée, mais les deux domaines conservent leur didactique propre, les cours ont pris des traits caractéristiques trop différents pour s'accommoder de l'intégration. Par contre, dans la voie de la coordination des deux enseignements, les perspectives sont ouvertes vers de larges possibilités, bien qu'il reste encore beaucoup de progrès à accomplir.

Le choix du meilleur moment pour l'introduction des fonctions circulaires, de la limite, de la dérivée, de l'intégrale, des équations différentielles, donne encore souvent lieu a des difficultés pour une intégration partielle ou des transferts du cours de physique au cours de mathématiques. Les efforts vers une meilleure coordination entre ces derniers sont à encourager.

The participants at the Congress noted with satisfaction that the resolutions (see *Appendix 6)* passed at the Lausanne Colloquium (the discussions of which were published in the journal Dialectica, vol. 21, N° 1-4) favour a better coordination of the teaching of mathematics and physics ; they endorse these resolutions, and request all the competent authorities to support energetically the carrying out of any planned projects and for any efforts undertaken in this direction.

In the same spirit which should lead the mathematician to study models, no longer just for themselves but with regard to their application to the real world, and underlining their approximative character, the physics teacher must be concerned to know what mathematics his pupils have mastered, and in particular, what mathematical language they have used.

2. 2. 2. Mechanics and physics.

Mechanics forms a *key section of physics.* It is clear that the mathematician can select problems from this area as he can from many others, the content of which provides an excellent basis for many mathematical ideas.

There is not necessarily any transfer between these disciplines, but the mathematics teacher can make a real contribution to the understanding of mechanics by choice of appropriate examples.

2. 2. 3. Astronomy and Physics.

Astronomy makes use of mathematics and mechanics, but above all it involves physics in all its forms. It has, furthermore, points in common with earth science and with chemistry.

Certain concepts of modern astronomy, including in particular astrophysics, are indispensible in secondary education. Astronomy deserves to be taught as a subject in its own right ; but it can also be *integrated in the teaching of physics.* In this case it is necessary, at the end of the course, to spend several lessons going over the concepts taught, grouping them in such a way as to construct a synthetic model of the universe.

2. 3. *Other cases.*

Other disciplines, which may present less difficulty as regards coordination, were not specifically discussed in the study groups. The reports which follow have been drawn up on the basis of papers submitted by individual participants.

2. 3. 1. Physics and Chemistry.

In certain countries the courses of physics and chemistry are completely separate. In other countries physics and chemistry are taught by one teacher not necessarily as an integrated course but certainly facilitating co-ordination. This variation is essentially due to educational tradition and different training of teachers.

Les participants au Congrès, constatant avec satisfaction que les résolutions (voir *annexe 6*) votées lors du Colloque de Lausanne (dont les débats ont été publiés dans la revue Dialectica, vol. 21, fasc. 1. 4.), favorisent un meilleur ajustement des enseignements de mathématique et de physique, confirment ces résolutions et demandent à toutes les autorités compétentes de favoriser efficacement les efforts entrepris et la réalisation des projets esquissés.

Dans le même esprit, qui doit conduire le mathématicien à étudier les modèles non plus seulement en eux-mêmes, mais à discuter de leur application au monde réel en soulignant leur caractère approximatif, le professeur de physique doit s'appliquer à connaître les mathématiques dont disposent ses élèves, en particulier le langage qu'ils utilisent.

2. 2. 2. Mécanique et physique.

La mécanique est *un chapitre clef de la physique.* Le mathématicien peut évidemment puiser des problèmes dans ce chapitre comme dans beaucoup d'autres qui contiennent d'excellentes motivations pour de nombreuses notions mathématiques.

Il n'y a pas nécessairement de transfert de chapitre mais une contribution nouvelle à la compréhension de la mécanique, fournie par le professeur de mathématiques, moyennant quelques répétitions utiles.

2. 2. 3. Astronomie et physique.

L'astronomie fait emploi des mathématiques et de la mécanique, mais elle participe surtout de la physique sous toutes ses formes. Elle a en outre des points communs avec les sciences de la terre et avec la chimie.

Des notions d'astronomie moderne, comprenant spécialement l'astrophysique, sont indispensables dans l'enseignement secondaire. L'astronomie mérite d'être enseignée comme une discipline autonome : elle peut être aussi *intégrée dans l'enseignement de la physique.* Dans ce dernier cas, il sera nécessaire, à la fin des cours, de récapituler en quelques leçons les notions acquises, en les regroupant de manière à construire un modèle synthétique de l'univers.

2. 3. *Autres cas.*

Les autres disciplines, pour lesquelles les problèmes de coordination présentaient moins de difficulté, n'ont pas fait l'objet de discussions à l'intérieur des groupes de travail. Les comptes rendus ci-après ont été rédigés d'après les communications des participants.

2. 3. 1. Chimie et Physique.

Dans certains pays les cours de physique et de chimie sont complètement séparés : dans d'autres ils sont au contraire confiés à un seul professeur, ce qui n'entraîne pas nécessairement une intégration complète, mais facilite la coordination. Ces variations tiennent essentiellement à des traditions d'enseignement et à une formation différente des maîtres.

The fact that many aspects of physics and chemistry have the same basis (for example atomic and molecular structure, thermodynamics, etc.), has made it possible for a fully integrated course between the two disciplines to be developed in some countries. This integration presents few problems at the first stage of secondary education but more problems, particularly with students specialising in science, at the second stage.

2. 3. 2. Biology and other disciplines.

At the first stage, in which the main approach is an experimental one, it is most important that there should be an integrated teaching of biology and the other natural sciences (physics, chemistry, geology, geography).

At the second stage, the modern branches of biology (physiology, bio-chemistry, genetics, molecular biology) depend more and more upon the supporting sciences of mathematics, physics and chemistry. Biology provides a good field for the application of physical-chemical concepts (the laws of thermodynamics, chemical bonds, etc). It is at the root of certain philosophical theories which would benefit from being considered in conjunction with biology courses.

2. 3. 3. Earth Science.

Geology, is not, in the opinion of many experts, an appropriate course to be taught independently at the secondary school level but it is an appropriate central discipline in the teaching of an integrated course in geoscience or earth science. This point of view has lead to the development of a new interdisciplinary *earth science courses.* In such courses, chemical and physical processes and mathematical relationships are considered basic to an understanding of the forces and processes which affect the rocks and land masses, the oceans, the atmosphere and the earth in space. The physical sciences, biological sciences and mathematics play important roles in the integration of sciences in this programme. It is important to enable the pupil to discover things through his own efforts and to spend at least half his time in laboratory and fieldwork.

3. Training of teachers for integrated Science

3. 1. *General.*

The training of teachers will necessarily consist of :

a) *training at university* which should not, taking account of the vast range to be covered, be too specialised. Most of the university programmes of study comprise a rather broad first stage of several years' duration which provides a solid basis of knowledge. Another year should enrich the education of the future teachers, and give them an insight to new fields, and also introduce them to some

Le fait que plusieurs aspects de la Chimie et de la Physique reposent sur les mêmes bases (par exemple, structure atomique et moléculaire, énergétique, thermodynamique, etc.) ont rendu possible la réalisation de cours complètement intégrés entre les deux disciplines dans certains pays : cette intégration ne présente que peu de difficultés au premier cycle secondaire, davantage au deuxième cycle, surtout avec les élèves qui veulent se spécialiser.

2. 3. 2. Biologie et autres disciplines.

Dans le premier cycle où le point de vue phénoménologique l'emporte, l'intérêt est grand d'un enseignement intégré de la biologie avec les autres sciences de la nature (physique, chimie, géologie, géographie).

Dans le deuxième cycle, la biologie par ses branches modernes (physiologie, biochimie, génétique, biologie moléculaire) fait de plus en plus appel aux sciences supports : mathématiques, physique, chimie. Elle constitue un bon champ d'application des notions physico-chimiques (lois de la thermodynamique, liaisons et équilibres chimiques, etc.). Elle est à la base de théories philosophiques qui gagneraient à être exposées en liaison avec elle.

2. 3. 3. Sciences de la Terre.

La *géologie* n'est pas, selon l'opinion de nombreux experts, une matière qui doit être enseignée indépendamment au niveau de l'enseignement secondaire, mais c'est une discipline de synthèse pour la mise en œuvre d'un cours intégré. Ce point de vue a conduit au développement d'une nouvelle interdiscipline : les *sciences de la terre*. Les phénomènes physiques et chimiques, ainsi que les modes de raisonnement mathématique, y sont considérés comme fondamentaux pour la compréhension des forces et des phénomènes relatifs aux roches, au sol, aux océans, à l'atmosphère et à la Terre dans l'Espace. Les sciences physiques, les sciences biologiques et les mathématiques jouent un grand rôle dans l'intégration des sciences de ce programme. Il est important d'habituer l'élève à découvrir par lui-même, en passant au moins la moitié de son temps au laboratoire et sur le terrain.

3. La formation des maîtres pour un enseignement intégré

3. 1. *Schème général.*

La formation des maîtres doit nécessairement comporter :

— Une *formation universitaire* qui, compte tenu du large éventail des connaissances à couvrir, ne doit pas être trop spécialisée. La plupart des programmes universitaires comprennent des premiers cycles assez ouverts durant plusieurs années, et pouvant apporter des bases solides : mais une année supplémentaire devrait venir enrichir la culture des futurs maîtres en leur donnant des aperçus des domaines qu'ils n'ont pas eu l'occasion de fréquenter, et en les initiant aussi à certains pro-

scientific problems at the frontier of research. This does not mean burdening them with exhaustive and detailed study but widening their horizon by talks, seminars and appropriate references, and getting them aware of their lack of knowledge and showing them how such deficiencies may be compensated ;

b) *pedagogical training* which is both theoretical as well as practical and especially oriented towards integrated teaching ; this training might be conducted in specialised institutes with training classes in which the future teachers will have contact with pupils ;

c) *in-service training* and modernisation of teachers' theoretical and practical knowledge by means of journals and other publications, national and regional courses, seminars and training courses and visits to pilot schools.

3. 2. *Training of the teachers for primary school.*

With respect to the requirements of the teaching of integrated sciences at primary level (age approx. 6-11) it is essential that the future teachers of primary schools be trained not only in pedagogical aspects but also in science, and this beyond the level of secondary school. Such a training has to prepare them to develop in their pupils the habits of thought, the ways of working characteristic of science, and furthermore to open their mind to an understanding of current scientific applications.

3. 3. *Training of teachers for secondary school.*

The future teachers for secondary school (1st stage approx. 11-15, 2nd stage approx. 15-18 years of age) will have to be trained at university or in special institutions at university level. Their scientific training should as far as possible be the same as the training of the future scientists. It should comprise, besides the particular discipline of specialisation, at least one further subject which might also be taught later on.

In every case the future teacher should receive a pedagogical training in theory as well as in practice. This has to be carried on jointly both by specialists in education and qualified teachers of secondary school.

It is highly recommended that a well defined number of secondary schools should establish, in all their classes, science teaching through a team of specialised teachers. This arrangement will allow further studies on the integration of science teaching, even by specialised teachers.

3. 4. *In-service training.*

Scientific as well as educational retraining of teachers is considered to be essential. This may be achieved mainly in courses of short duration

blèmes scientifiques en évolution. Il ne s'agit pas de leur dispenser un enseignement exhaustif et général, mais seulement, par des conférences, des séminaires et une documentation appropriée, de leur ouvrir l'esprit, de leur faire prendre conscience de leurs lacunes et de leur apprendre à les combler;

— Une *formation pédagogique,* à la fois théorique et pratique, orientée spécialement vers un enseignement intégré : elle pourrait faire l'objet d'une année dans un établissement spécialisé ayant des classes d'application, dans lesquelles les futurs maîtres pourraient prendre contact avec les élèves;

— Une *remise à jour* constante de leurs connaissances théoriques et pratiques, à l'aide des périodiques et de publications diverses, de cours et de séminaires, nationaux et régionaux, de stages et de visites dans des établissements pilotes.

3. 2. *Formation des maîtres de l'enseignement primaire.*

Compte tenu des exigences de l'enseignement intégré des sciences au niveau primaire (6 à 11 ans environ), il convient d'assurer aux futurs maîtres de cet enseignement, non seulement une formation pédagogique, mais également une formation scientifique supérieure à celle acquise dans le secondaire. Cette formation leur permettra, de développer chez les enfants une habitude de pensée, une méthode de travail et en outre d'ouvrir leurs esprits aux applications scientifiques courantes.

3. 3. *Formation des maîtres de l'enseignement secondaire.*

La formation des maîtres de l'enseignement secondaire (1er cycle 11 à 15 ans, 2e cycle 15 à 18 ans environ) s'effectuera à l'Université ou dans des établissement de niveau similaire. La formation scientifique sera commune, aussi longtemps que possible, avec celle des futurs chercheurs. Elle comprendra, à côté de la discipline de spécialisation, au moins une autre discipline que le professeur sera susceptible d'enseigner.

Dans tous les cas, le futur professeur recevra une formation pédagogique théorique et pratique assurée conjointement par des spécialistes de la didactique et des professeurs qualifiés de l'enseignement secondaire.

Il conviendra qu'un certain nombre d'établissements organisent, dans chaque classe et d'une manière continue, un enseignement des sciences par une équipe de professeurs de spécialisations différentes. Cette disposition permet d'étudier l'Intégration des Enseignements Scientifiques, même par des professeurs spécialisés.

3. 4. *Formation permanente.*

La formation permanente, scientifique et pédagogique, des maîtres est considérée comme indispensable. Elle pourra notamment être assurée

or in periodical long courses ; in the latter case the teacher will have to be detached from his professional duties. The retraining should cover not only his discipline of specialisation but also all subjects he needs for his teaching.

3.5. *Need for further studies.*

The members of the group concerned with the training of teachers were well aware of the importance of teacher training in the modernization of science teaching and in the efforts which are being made towards coordination and integration. They therefore strongly recommend that the problems which arise in teacher training should, without delay, receive further study at the international level.

4. — Special aspects of integration of science in the developing countries

4.1. *Introduction.*

Integration applied to educational programmes often offers advantages for the more effective teaching of science and other subjects. The patterns that integration may take, however, are likely to be significantly different in going from one nation to another and from one culture to another. For this reason, the feasibility of any particular form of integration must be analyzed in terms of the economic and cultural framework of the country or region for which it is intended. Particularly in the less developed countries proper integration of educational programmes can play a major role in promoting effective utilisation of human and natural resources thereby assisting their economic and cultural development.

Educational integration can, for example, increase the opportunities of employment for school leavers. It can help them utilize new skills and introduce new activities to take better advantage of the nation's ressources and promote economic and cultural progress.

4.2. *Advantages of integration to the developing countries.*

The developing countries present a unique opportunity to introduce modern teaching ideas because their educational patterns are not yet rigid. Experiments in integration may, therefore, prove to be easier to carry out in these countries, and the benefits to be gained may be proportionally greater there. Some of these benefits are listed below.

a) Integration of educational programmes permits, in general, more effective use of available teachers and teaching facilities than can be achieved without it. Against the persisting problems of the

par des stages de courte durée, ou par des détachements périodiques de longue durée, au cours desquels, cette fois, le maître sera dégagé de la responsabilité de ses classes. Elle concernera non seulement la discipline de spécialisation, mais également toutes celles nécessaires au maître pour ses enseignements.

3. 5. *Nécessité d'études ultérieures.*

Les membres du groupe sur la Formation des maîtres, conscients de l'importance de la formation des maîtres dans la modernisation des enseignements scientifiques et dans les efforts d'intégration et de coordination qui se développent, souhaitent vivement que les problèmes soulevés par la formation des maîtres soient réétudiés sur le plan international sans tarder.

4. — Aspects spéciaux de l'intégration des sciences dans les pays en voie de développement

4. 1. *Introduction.*

L'application de l'intégration aux programmes d'éducation offre souvent l'avantage d'un enseignement plus efficace des Sciences et des autres disciplines. Cependant, les formes d'intégration peuvent prendre un aspect essentiellement différent quand on passe d'une nation à une autre et d'une culture à une autre. Pour cette raison, la possibilité de chaque forme d'intégration doit être analysée en fonction du cadre économique et culturel du pays ou de la région auxquels elle est destinée. En particulier, dans les pays moins développés, une intégration convenable des programmes d'enseignement peut jouer un rôle majeur en faisant progresser l'utilisation effective des ressources humaines et naturelles et en aidant le développement économique et culturel.

L'intégration de l'enseignement peut, par exemple, augmenter les possibilités d'emploi des diplômés des écoles. Elle peut les aider dans l'utilisation de nouveaux moyens et l'introduction de nouvelles activités pour mettre mieux en valeur les ressources nationales et promouvoir le progrès économique et culturel.

4. 2. *Avantages de l'intégration dans les pays en voie de développement.*

Les pays en voie de développement offrent une occasion unique pour l'introduction des idées modernes de l'enseignement, car leurs formes d'éducation ne sont pas encore rigides. C'est pourquoi les expériences d'intégration peuvent se montrer plus facilement réalisables dans ces pays et les bénéfices peuvent y être proportionnellement plus élevés. Quelques-uns de ces bénéfices sont mentionnés ci-dessous :

a) L'intégration des programmes d'enseignement permet, en général, une utilisation des enseignants disponibles et des facilités d'enseigne-

shortage of good teachers, for example, integration offers improved opportunities for making effective use of available teachers.

b) The greater interest and relevance of subject matter when presented in integrated courses can make it possible for the student to understand, learn and remember more readily.

c) A nation with limited manpower or natural resources must establish educational goals that are closely integrated with its economic and cultural capabilities and aims. When determining how many years of education are to be made compulsory for all children, for example, it is also necessary to determine how those who leave school after this period are to fit into the nation's economic life and assume their full measure of social responsibility. Integration of courses offers unusual advantages toward achieving aducational, economic and cultural goals.

d) Similar advantages are obtained for young people when goals of educational development are defined for other levels and the programmes of instruction are integrated toward achieving these goals. When a student leaves school at any stage beyond the lowest one required the result of integration can be to produce a minimum of loss of time and energy for the student and for the nation.

e) Many pupils in the developing countries leave school early. For them the only science they learn is that which they pick up in the primary grades. Their acquaintance with the spirit of enquiry and the applications of science must take place in this short interval and may possibly be enhanced by integrating the science courses.

4.3. *Types of integrated courses needed in developing countries.*

a) An important objective of integration in science courses is to make the educational process more attractive and meaningful to the student so that he will be motivated to continue his education when the goals of each stage of education are geared to the needs of the local community and are clearly defined with respect to the nation's economy and cultural interests. Integrated courses are likely to develop strong motivation for seeking education to the highest level that is possible for each student.

b)Suggestion for the integration of science teaching at different levels.

At primary level, integrated science courses which will be linked with other aspects of the curriculum and with the pupils' home life, should encourage self reliance and positive attitude to the environment and the local community. As the application of science to local practices affecting health, diet and nutrition will depend on the teacher's own attitude and example, teacher training is of great importance. For those

ment avec plus d'efficacité. En face du problème persistant du manque d'enseignants qualifiés, par exemple, l'intégration offre de meilleurs moyens pour rendre efficaces les enseignants disponibles.

b) L'accroissement d'intérêt et d'extension des sujets présentés dans un cours intégré peuvent permettre à l'étudiant de comprendre, d'apprendre et de se souvenir plus efficacement.

c) Une nation où la main-d'œuvre et les ressources naturelles sont limitées doit adapter étroitement ses buts d'enseignement à ses capacités et ses aspirations économiques et culturelles. Quand on détermine le nombre des années scolaires obligatoires pour tous les enfants, par exemple, il est également nécessaire de déterminer comment ceux qui quittent l'école après cette période seront capables d'entrer dans la vie économique du pays et d'assurer pleinement leur responsabilité sociale.

Les cours intégrés offrent des avantages inhabituels pour atteindre des buts d'enseignement économiques et culturels.

d) Des avantages sont obtenus pour les jeunes lorsque les buts de l'éducation sont définis aux autres niveaux et que les programmes de l'instruction sont intégrés pour atteindre ces buts. Si un étudiant quitte l'école après avoir dépassé le niveau inférieur exigé, le résultat de l'intégration peut entraîner une perte minimale de temps et d'énergie pour l'étudiant et pour la nation.

e) Beaucoup d'élèves des pays en voie de développement quittent l'école tôt. Pour eux, toute la science apprise est celle qu'ils acquièrent au niveau primaire. Leur contact avec l'esprit de recherche et avec les applications de la science doit trouver place pendant cette brève période et peut être amélioré par l'intégration des cours de science.

4.3. *Types de cours intégrés nécessaires dans les pays en voie de développement.*

a) Un objectif important de l'intégration des cours de science est de rendre le processus d'enseignement plus attirant et significatif pour l'étudiant, de façon à l'inciter à continuer son éducation, lorsque les buts de chacun des niveaux d'enseignement sont adaptés aux besoins de la communauté locale et sont clairement définis à l'égard des intérêts économiques et culturels de la nation. Les cours intégrés sont de nature à développer une forte motivation pour rechercher une éducation au niveau le plus élevé qui soit accessible à chaque étudiant.

b) Suggestions concernant l'intégration de l'enseignement scientifique aux différents niveaux.

Au niveau *primaire,* les cours de science intégrés qui dépendent des autres aspects du programme et de la vie de famille des élèves, doivent encourager leur confiance en eux-mêmes et leur attitude positive vis-à-vis de l'environnement et de la communauté locale. Comme l'application des sciences aux usages locaux, concernant l'hygiène et la nutrition, dépendra de l'attitude et de l'exemple du maître, la formation de celui-ci

pupils who proceed to secondary school, the transition from primary to *secondary* is often difficult due to a major change in the style of the teaching and, in some countries, to language problems. An integrated approach, where all the science is taught by one teacher facilitates this transition.

In the *first stage* of secondary education courses should encourage pupils to be concerned about the community in which they live rather than preparing them for « white collar » jobs in the towns. The application of science to local life should be emphasised.

At *upper secondary level,* science courses for future science specialists should provide a balanced education, and not be a training in one or two science disciplines only. At this level, those who go on to careers which are not in the scientific fields (such as future politicians, administrators, etc.) need a basic scientific understanding on which future science policy decisions can be based. Experimentation in the design and application of courses of this type is desirable.

4.4. *Undertaking curriculum development.*

a) It is increasingly acknowledged that curriculum development and reform must be a continuous process. Any nation or community that has interest in improving its educational capabilities does well to take advantage of the experience of other nations and the wealth of existing suitable and available information and resource materials. These include textbooks, teachers guides, audio visual materials, laboratory equipment and even curricular patterns, some of them already in integrated form. Consulting services and training and research participation opportunities are also available.

b) Successful development of an educational programme demands that innovations and changes be undertaken with full awareness of their implications for the nation's economic, social and cultural development. To that end it is necessary that the nation's leaders participate directly in the analysis of alternate courses of action and in the selection of the one best suited to their country.

It is especially important that this participation include the responsible government and educational administrative officers in order to accelerate progress by reducing to a minimum the obstructions that so often face innovations in educational development.

c) Curriculum reform must be carried out within the country itself by local people. Research, including identification of goals, experimentation leading to design of new courses and the development of the corresponding new learning materials must become the respon-

est d'une grande importance. Pour les élèves qui rentrent à l'école *secondaire,* la transition du primaire au secondaire est souvent difficile à cause d'un grand changement du style de l'enseignement, et, dans quelques pays, à cause des problèmes de langues. Une approche intégrée, où toutes les sciences sont enseignées par le même maître, facilite cette transition.

Au *premier cycle* de l'enseignement secondaire, les cours doivent encourager les élèves à s'intéresser à la communauté dans laquelle ils vivent, plutôt que les préparer aux postes de « cols blancs » dans une ville. L'application de la science à la vie locale doit être encouragée.

Au *niveau supérieur* de l'enseignement secondaire, les cours de science pour les futurs spécialistes en science doivent dispenser un enseignement équilibré, et ne pas être une formation dans une ou deux disciplines seulement. A ce niveau, ceux qui se dirigent vers une carrière non scientifique (comme les futurs politiciens, administrateurs, etc.) ont besoin d'une compréhension scientifique de base, sur laquelle on puisse établir les décisions futures de la politique scientifique. Une expérimentation sur la préparation et l'application des cours de ce type est désirable.

4.4. *Préparation de curriculums.*

a) Il est de plus en plus reconnu que le développement des programmes et des réformes doit être un processus continu. Chaque nation ou communauté qui a intérêt à améliorer ses capacités d'enseignement doit tirer avantage des expériences d'autres nations et des ressources offertes pour les informations et les matériels de base adaptables et disponibles. Ceux-ci comprennent les manuels, les guides pour les maîtres, les appareils audio-visuels, les équipements de laboratoire et même les programmes, quelques-uns déjà dans une forme intégrée. On peut également profiter des services de consultations et des occasions de participer à des mises au point et à des recherches.

b) Le développement réussi d'un programme d'enseignement demande que les innovations et les changements soient entrepris en pleine connaissance de leurs implications quant au développement économique, social et culturel de la nation. Pour cela, il est nécessaire que les dirigeants de l'Etat participent directement à l'analyse des divers cours existants et au choix de celui convenant le mieux dans leur pays.

Il est spécialement important que cette participation comprenne l'autorité responsable et les fonctionnaires de l'administration de l'Enseignement, afin d'accélérer le progrès en réduisant au minimum les obstacles qui s'opposent si souvent aux innovations dans le développement de l'enseignement.

c) La réforme du programme doit être mise au point dans le pays même, par des personnalités locales : les recherches, y compris la reconnaissance des objectifs, les expériences conduisant à organiser des cours nouveaux, et le développement de nouveaux matériaux d'enseignement

sibility of scientists, educators, teachers and specialists within the country.

d) **Before a nation can take full advantage of the information and help that are available to it from other regions it is usually necessary to initiate a programme of teacher exchange and teacher training in other lands. This can be highly beneficial provided care is taken to undertake training programmes that have relevance to the intended educational development. The relevance must take into account the limited opportunities that can be made available to the returning teachers. It is particularly useful to train local teachers for work in curriculum improvement through active participation in one or more of existing curriculum reform groups around the world because the long-range and continuous improvement must eventually be planned and executed by them.**

e) **For financial reasons cooperation of groups working on curriculum reform in neighbouring countries is highly recommended.**

f) **Visiting consultants and advisers are often necessary both to help with the study and planning of a programme of educational development and to help in its execution. It is exceedingly important, however, to make sure that the studies and execution are directed and guided from the earliest possible moment by those who are native to the region and deeply involved in its economic, educational and cultural life.**

g) **Assistance, advice and funding for projects in the developing countries are available from international agencies, bilateral programmes and private foundations. It is suggested that all assistance from outside sources be carefully integrated into a well planned national programme that has logical coherence from the point of view of economic and social development.**

h) **The implementation of educational reform leading to integrated science courses has been outlined in earlier sections of this report. The procedures suggested there are all applicable in the developing countries and their study is recommended.**

correspondants, doivent être sous la responsabilité des scientifiques, éducateurs, maîtres et spécialistes du pays même.

d) Avant qu'une nation puisse tirer partie pleinement de l'information et de l'aide que les autres pays peuvent lui donner, il est habituellement nécessaire d'établir un programme d'échange et de formation des maîtres à l'étranger. Ceci peut être très bénéfique, pourvu que l'on prenne soin de mettre en œuvre des programmes de formation en rapport direct avec le développement envisagé de l'enseignement. Il faut prendre en considération les possibilités limitées offertes aux enseignants à leur retour. Il est particulièrement utile de préparer les enseignants locaux à la tâche de l'amélioration des programmes, par une participation active dans un ou plusieurs groupes s'occupant des réformes de programmes dans le monde, car une amélioration à longue échéance et continue pourra éventuellement être préparée et exécutée par eux.

e) Pour des raisons financières, la coopération des groupes travaillant sur les réformes de programmes dans des pays voisins est hautement recommandée.

f) Des consultants et conseillers en mission sont souvent nécessaires à la fois pour aider à l'étude et à la planification d'un programme du développement de l'enseignement, et pour aider à l'exécuter. Il est extrêmement important, cependant, de s'assurer que les études et l'exécution sont dirigées et guidées le plus tôt possible par des nationaux profondément liés à la vie économique, éducative et culturelle du pays.

g) De l'aide, des conseils et des crédits pour des projets dans les pays en voie de développement peuvent provenir d'agences internationales, de programmes bilatéraux et de fondations privées. Il est suggéré que toute aide de source extérieure soit soigneusement intégrée dans un programme national bien planifié, ayant une cohérence logique au point de vue du développement économique et social.

h) La mise en œuvre des réformes de l'enseignement conduisant à des cours de science intégrés a été étudiée dans les sections précédentes du présent rapport. Les procédures suggérées sont toutes applicables dans les pays en voie de développement et leur étude est recommandée.

IV. CONCLUSIONS

1. The *teaching of integrated science* contributes towards general education, emphasises the fundamental unity of science and leads towards an understanding of the place of science in contemporary society. It avoids unnecessary repetitions and permits the introduction of intermediate disciplines.
2. A course of integrated science should emphasise the importance of observation for increased understanding of the environment ; it should introduce pupils to logical thinking and *scientific method.*
3. As it may be necessary in an integrated course to omit some details it is essential that the content of the course should be judiciously chosen. It must be carefully compiled by collaboration between the different teachers and other specialists.

*
**

4. The *extent of integration* and the *balance between integration and coordination* will depend on the age of the pupils, the type of educational institution and local conditions. *At the earlier stages* of secondary education, a totally integrated course in experimental science appears generally desirable. *At the higher stages* of secondary education such a course may also be desirable especially for those students who have decided not to specialise in science.
5. Science is an important part of *primary education,* particularly in arousing scientific curiosity and in developing scientific attitudes and skills.
6. Studies into *concept formation in science* should be carried out, principally for the younger children.
7. Further experiments in the development of *new integrated curricula* and the production of *teaching materials* are needed, drawing on those resources that are already available. The results of such experiments must be widely disseminated.

*
**

8. *Mathematics,* besides its own independent structure, is a useful tool for the study of abstract models in other subjects, but it is essential to emphasise the approximate nature of such models.

IV. CONCLUSIONS

1. Un *enseignement intégré* contribue à l'éducation générale, met l'accent sur l'unité fondamentale de la science et amène à saisir la place de la science dans la société contemporaire. Il évite les redites et permet l'introduction des disciplines intermédiaires.
2. Un cours de sciences intégré doit montrer l'importance de l'observation pour mieux comprendre le monde qui nous entoure : il doit inciter les élèves à raisonner logiquement et les initier aux *méthodes scientifiques* de travail.
3. Pour ne pas perdre de vue l'ensemble d'une question, on est parfois amené à négliger certains points particuliers qui peuvent être importants. L'intégration doit donc reposer sur un *choix* réfléchi et judicieux. Elle doit être minutieusement programmée par un travail d'équipe des différents professeurs et autres experts compétents.

*
**

4. Le choix de l'*équilibre* retenu *entre l'intégration et la coordination* dépend de l'âge des élèves, du type d'établissement scolaire, des conditions locales. Au *premier cycle* de l'enseignement secondaire, *un cours totalement intégré* des sciences expérimentales apparaît hautement désirable. *Au deuxième cycle,* il peut être aussi désirable pour les élèves qui se destinent à des carrières non scientifiques.
5. La science est un élément important dans l'éducation des élèves *à l'école primaire* particulièrement pour développer leur mode de penser et leur habileté manuelle.
6. Des *recherches psycho-pédagogiques* sur la formation des concepts scientifiques devraient être développées, principalement pour les jeunes enfants.
7. De nouvelles expériences utilisant les ressources déjà disponibles devraient être entreprises sur les *programmes* et le *matériel pédagogique.* Leurs résultats devraient être largement diffusés.

*
**

8. Les *mathématiques,* outre leur intérêt de science propre, sont un instrument utile pour fournir des modèles abstraits aux autres sciences, tout en insistant sur le caractère approximatif de ces modèles.

9. Mathematics teachers will be expected to understand, to some extent, science subjects other than their own, to illustrate their teaching. However, the subject itself cannot normally be totally integrated with these other disciplines.

10. *Physics* teachers should be aware of the mathematics used by their pupils. The *coordination between mathematics and physics* could be on the conclusion based *of the Lausanne Colloquium.*

11. The physics teacher should be responsible for teaching *mechanics,* as well as *astronomy* ; the introduction of some notions of astronomy in secondary schools is desirable.

⁂

12. The *training of teachers* for primary schools should include science closely linked to pedagogical aspects of teaching science. Secondary teachers should receive an education in science at university level and this education should include pedagogical aspects, both in theory and practice. In-service training, both scientific and pedagogical, is considered to be essential.

⁂

13. Experiments in integrated science may prove easier to carry out in *developing countries.* A nation with limited manpower and resources must establish appropriate educational objectives and integration of science offers many advantages towards achieving these objectives.

14. Integrated experimental science taught by one teacher facilitates the *transition from primary to secondary level,* especially in those countries where there is a change at this stage in the medium of instruction.

15. Sociological studies of local traditions and languages in developing countries are desirable, to investigate their influence on the teaching of science.

9. Les professeurs de mathématiques doivent connaître, jusqu'à un certain point, des matières hors de leur discipline, pouvant illustrer leur enseignement. Cependant, celui-ci ne devrait pas être, en règle générale, totalement intégré aux autres disciplines.
10. Les professeurs de *physique* doivent chercher à savoir de quelles mathématiques disposent leurs élèves. *La coordination entre les mathématiques et la physique* devrait être assurée sur les bases des recommandations du *Colloque de Lausanne.*
11. La *mécanique* devrait être enseignée par le professeur de physique, ainsi que des notions d'*astronomie* dont une certaine introduction dans les programmes secondaires est souhaitable.

***

12. Aux *futurs maîtres* de l'enseignement primaire, il convient d'assurer une *formation pédagogique et scientifique* suffisante, en connexion étroite. Ceux de l'enseignement secondaire devront recevoir une formation scientifique du niveau universitaire, et une formation pédagogique théorique et pratique. Un *recyclage* périodique, scientifique et pédagogique est essentiel.

***

13. Des expériences d'intégration peuvent être aisément tentées dans les *pays en voie de développement.* Une nation ne disposant que de main-d'œuvre ou de ressources limitées doit se fixer des objectifs d'éducation en conséquence, et l'intégration de l'enseignement offre de nombreux avantages pour les atteindre.
14. Un enseignement intégré facilite la *transition du primaire au secondaire,* spécialement dans les pays en voie de développement, où un changement de langage peut intervenir à ce moment.

15. Une étude sociologique des traditions locales et du langage serait désirable dans les pays en voie de développement, pour en tenir compte dans l'enseignement scientifique.

ANNEXE I

LISTE DES PARTICIPANTS

N. B. Certains d'entre eux, représentant un organisme ou un pays autre que le leur, sont signalés deux fois, dont l'une entre parenthèses.

Abréviations : A. Astronomie - B. Biologie - BC Biochimie - C. Chimie - G. Géologie - GG. Géographie - M. Mathématiques - MC. Mécanique - P. Physique - PE. Pédagogie - SC. Sciences.

Communications présentées (*)	*Pays et Nom*	*Adresse*	*Spécialité*
	ALGERIE		
	R. OUAHES	Dépt de Chimie, Université, Alger	C.
	ALLEMAGNE FEDERALE		
E.1.1.	E. BAURMANN	Märchenring 11, Karlsruhe 51	M. et P.
	K. HECHT	Inst. Paedagogik der Naturwissenschaften, Olshausen-str. 34, 23 - Kiel	P.
	AUSTRALIE		
D.1.3.	H. MESSEL	School of Physics, University, Sydney, N.S.W. ..	P.
	R. W. STANHOPE	Macquarie University, Sydney, N.S.W.	SC.
	AUTRICHE		
	J. ZEMANN	Mineral. Inst. Univ., Dr Karl-Lueger-Ring 1, Wien	CR.

(*) Les numéros entre parenthèses se rapportent à des exposés dont le texte n'a pas pu être distribué à l'avance. Voir aussi (Annexe 1 *bis*) la liste des personnes ayant envoyé des communications, mais n'ayant pu assister au Congrès.

Communications présentées (*)	*Pays et Nom*	*Adresse*	*Spécialité*
	(BELGIQUE)		
	(Mme J. VANHAMME) ... (W. VANHAMME)	(Voir Congo)	
	BULGARIE (auditeurs non compris)		
	K. BRATANOV	18, bd Tolbouchine, Sofia	B.
A.1.5.	St. CHISTOV	Université de Sofia	B.
	B. EFTIMOV	18, bd Tolbouchine, Sofia	B.
	J. LAMBREV	99, bd Ruski, Plovdiv ...	B.
C.4.4.	A. MATHEEV	Pl. Slaveikov, Sofia	M.
	V. METEV	122, r. Rakovski, Sofia C .	P.
D.5.3.	A. PENEV	126, Asen-Veltchev, Sofia 13	C.
D.5.2.	K. POPOV	11, r. Oborichté, Sofia 4 ..	B.
D.6.2.	S. STANEV	32, Ivan Vazov, Sofia ...	P.
B.3.3.	N. G. TCHAKAROV	11, ul. Oboriske, Sofia ..	PE.
A.1.4.	H. VASSILIEV	Al. Stamboliiski 186, Sofia	PE.
	CANADA		
	J. JONCAS	Dépt de Physique du CEGEP, Montréal 12, P.Q.	P.
	B. TROTTIER	3737 Est r. Sherbrooke, Montréal, 12, P.Q.	C. et P.
	(CHILI)		
	(N. JOEL)	(Voir UNESCO)	
	CONGO (République démocratique)		
	Mme J. VANHAMME	Université Lovanium, B. P. 128, Kinshasa XI ...	M.
	W. VANHAMME	» ...	M.
	DANEMARK		
	S. SIKJAER	Dept of Physics, Royal Danish College of Education, Harsdorffsvej 6A, 1874, Copenhague V	P.

Communications présentées (*)	*Pays et Nom*	*Adresse*	*Spécialité*
	ETATS-UNIS D'AMERIQUE		
A.3.1., F.4.1. ..	A. V. BAEZ	La Rancheria, Carmel Valley, Calif	P.
	(C. W. BORGMANN)	(voir Fondation FORD)	
C.4.3.	J. A. CAMPBELL	Harvey Mudd College, 12th & Columbia, Claremont, Calif	C.
	D. T. COLIN	22 East 29th Street, New York, N.Y. 10016	M. et C.
D.4.3. *bis*	J. B. CROSS	E. D. C., 55 Chapel Str., Newton, Mass. 02160 ..	P.
D.3.1.	H. F. FEHR	Dept of Math., Teachers College, Columbia University, New York, N.Y. 10027	M.
D.1.1. V.	M. FIASCA	Portland State College, POB 751, Portland, Oregon 97207	P.
	Mrs FIASCA	Portland, Oregon 97207 ..	PE.
	E. FULLER	Dept of Chemistry, Beloit College, Beloit, Wiss. 53511	C.
C.8.2., D.4.3. ..	Mrs M. GARDNER	Sc. Teach. Center, Univ. of Maryland, College Park, Md 20742	G.
	E. A. GODFREDSEN	E. D. C., 55 Chapel Str., Newton, Mass. 02160 ..	PE.
C.8.2.	R. L. HELLER	Dept of Geology, Univ., of Minnesota, Duluth, Minn. 55812	G.
A.3.3.	J. D. LOCKARD	Sc. Teach. Center, Univ. of Maryland, College Park, Md 20742	B.
D.1.1. *ter*	V. L. PARSEGIAN	Renselaer Polytechnic Inst., Troy, N.Y. 12181	P.
D.1.1. IV.	O. P. PURI	C.G.S. Project, Clark College, Atlanta, Georgia 30314	P.
A.1.3.	F. J. RUTHERFORD	Harvard Project Phys., 29 Oxford St., Cambridge, Mass.	P.
(C.10.1 *ter*) ..	D. S. WIGGANS	Southwester Med. School, Univ. of Texas, 5323 Harry Hines Blvd., Dallas, Texas 75235	BC.

Communications présentées (*)	*Pays et Nom*	*Adresse*	*Spécialité*
		FRANCE	
F.3.1.	M. Y. BERNARD	C.N.A.M., 292, rue St-Martin, Paris 3e	P.
	P. BELLAIR	Lab. géologie, 1, r. Guy-de-la-Brosse, Paris 5e ..	G.
	Madame BELLAIR	—	GG.
D.4.4.	F. BLAIN	138, av. du Général-Leclerc, 91 Gif-sur-Yvette	P.
	Madame BLAIN	138, av. du Général-Leclerc, 91 Gif-sur-Yvette	SC.
B.5.1.	R. BONNOT	B.P. 964, Tananarive, Madagascar	PE.
	Madame Y. BONNOT ...	—	PE.
(E.1.2.)	J. BOUTIGNY	23, rue du Bois-Robert, 98 - St-Cyr-l'Ecole	P.
	Mlle M. CORDIER	Ec. Normale Sup., 5, rue Boucicaut, 92 - Fontenay-aux-Roses	P.
A.0., B.1.0. ...	P. FLEURY	Secrétaire CIES, Inst. d'Optique, 3, bd Pasteur, Paris 15e	P.
E.2.2.	G. GLUCK	Fac. des Sc. de Caen, 5, rue St-Louis-en-Ile, Paris 4e	P.
A.0.0., C.10.1. .	R. J. HELLER	Lab. de Physiologie végétale, 1, rue Victor-Cousin, Paris 5e	B.
	M. THERON	Inspecteur général, 34, rue Dareau, Paris 14e	M.
	Madame THERON	34, rue Dareau, Paris 14e .	M.
		GHANA	
(C.10.1 *bis*) ...	S. SEDDOH	St Augustine's College, Cape Coast	B.
		HONGRIE	
	F. J. KEDVES	Inst. de Physique, Muzeum krt 6, Budapest 8e	P.
	E. NAGY	Kovacs u. 13, Budapest 2	
C.4.3.	L. WIEDEMANN	Horvath M. tér 8, Budapest 8	P.
		(INDE)	
	(P. BANDYOPADHYAY) ..	(Voir UNESCO)	

Communications présentées (*)	*Pays et Nom*	*Adresse*	*Spécialité*
	(IRAN)		
	(H. TABA)	(Voir O.M.M.)	
	ITALIE		
(D.1.5.)	Mlle E. CASTELNUOVO ..	Via S. Angela Merici 48, 00162 Rome	M.
	D. SETTE	Ist. di Fisica, Fac. Ingegneria, Ple Scienze 5, Roma	P.
	LIBAN		
	M. MAALOUF	Fac. des Sc., Univ. de Liban, Beyrouth	M.
	E. TRAD	Fac. de Pédagogie, Univ. de Liban, Beyrouth ...	C.
	NIGERIA		
	O. RYAN	Sc. Dept, Internal School, Univ. of Ibadan	SC.
	PAYS-BAS		
A.1.0.	H. FREUDENTHAL	Président CIES, Math. Inst. de Uithof, Budapestlaan, Utrecht	M.
	Mme FREUDENTHAL	Utrecht	PE.
C.3.2.	M. MINNAERT	Sterrewacht, Zonnenburg 2, Utrecht	A.
	P. M. VAN HIELE	Dr Beguinlaan 64, Voorburg	M.
	ROYAUME-UNI		
	Miss R. M. BEARD	Inst. Education, 45 Russel Sq., Univ. of London,	
A.2.1., C.6.1.		W.C. 1	PE.
D.1.2.	D. G. CHISMAN	British Council, 59 New Oxford Str, London, W.C. 1	C.
	R. CREAMER	Brunel Univ., Woodland Ave, London, W. 3 ...	P.
	(P. HEAFFORD)	(Voir Office Internationale du Baccalauréat)	
	(Mrs S. M. HAGGIS) ..	(Voir UNESCO)	
D.4.1.	J. E. SPICE	Nuffield Project, 12 Kingsgate Str., Winchester ..	P.

Communications présentées (*)	*Pays et Nom*	*Adresse*	*Spécialité*
		ROUMANIE	
C.2.2.	E. FISCHBEIN	Inst. Psychologie, Str. Frumoasa 26, Bucarest	PE.
	I. TARNAVCHI	sos. Cotroceni 32, Bucarest 15	B.
	T. TRUTZER	Inst. Sc. Pédagogiques, str. Sfintii Apostoli 14, Bucarest	PE.
		SUISSE	
A.1.2., C.1.1., C.4.1., D.2.1., D.2.2., D.2.3.	E. BASSET	Chemin de Versailles, 1096 Cully	M.
	W. KNECHT	Ch. de Mallieu 9, 1009 Pully-Lausanne	M. et P.
		TCHECOSLOVAQUIE	
	Z. POUBA	Université Charles, Albertov 6, Prague	G.
		U.R.S.S.	
	A. KOLMOGOROV	Univ. de Moscou, Zone L, App. 10, Moscou	M.
D.1.4	G. A. NIKOLAEV	Ec. Sup. de Mécanique « Bauman », Baumanskaïa 5, Moscou	MC.
(D.1.4. *bis*) ...	Mme G. MASLOVA	Dept des Math., Ac. des Sc. Pédagogiques, Udalzova 10, app. 155, Moscou B-415	M.
		YOUGOSLAVIE	
B.1.1.	A. MILOJEVIC	Doyen Fac. des Sc., P.O.B. 57, Belgrade	P.
	I. SMOLEC	Derencinova 20, Zagreb .	M.

Communications présentées (*)	*Organismes internationaux*	*Adresse*
		UNESCO **(Place de Fontenoy, Paris, 7°, France)**
	P. BANDYOPADHYAY	Département de l'Education
A.3.2. et 2 *bis.*	Mrs S. M. HAGGIS	Division de l'Enseignement des Sciences
	N. JOEL	Division de l'Enseignement des Sciences
		O.M.M. **(Organisation Météorologique Mondiale)**
	H. TABA	Case Postale N° 1, 1211 Genève 20, Suisse
		O.I.B. **(Office International du Baccalauréat)**
	P. HEAFFORD	Dept of Ed., 15 Norham Gds, Univ. of Oxford, Royaume-Uni
		FONDATION FORD
	C. W. BORGMANN	320 East 43rd Str., New York, N.Y. 10017, Etats-Unis

ANNEXE I bis

Liste des auteurs de communications qui n'ont pas pu assister en personne au Congrès

Communications	*Nom et Adresse*		*Spécialité*
	AUSTRALIE		
	E. N. BARKER	Ministry of Education, Sydney, N.S.W.	SC.
D.1.3. *bis*	H. K. CAREY	Ministry of Education, Sydney, N.S.W.	SC.
	BELGIQUE		
B.4.2.	A. BINDER	6 place J. Wauters, Bruxelles 17 (Provisoirement : B.P. 3456, Tananarive, Madagascar)	PE.
C.1.2.	W. SERVAIS	60, rue des Déportés, Morlanwelz	M.
	ETAT-UNIS D'AMERIQUE		
C.5.1.	R. E. BISQUE	Earth Science Curriculim Project, Boulder, Colorado	G.
D.4.3.	U. HABER-SCHAIM	Education Development Center, 55 Chapel Street, Newton, Mass. 02160 ..	SC.
D.4.2.	E. HAENISCH	Wabash College, Crawfordsville, Indiana 47933	C.
D.1.1.	W. JACOBSON	Dept of Science Education, Teachers College, Columbia University, New York, N.Y. 10027	SC.
D.6.1.	S. JUDSON	Secondary School Science Project, Princeton, N.J. 08540	G.
D.7.1.	R. B. LIVINGSTON	University of California, San Diego, La Jolla, Calif.	B.

Communications	*Nom et Adresse*	*Spécialité*
	FRANCE	
C.9.1.	R. CLOZIER ..... Inspecteur général, 5, rue Herschel, Paris 6e	GG.
C.7.1.	A. GUINIER ..... Service de Physique des Solides, Faculté des Sciences, Groupe II, Bât. 210, 91 - Orsay ..	CR.
B.3.1.	G. MIALARET ..... Université de Caen, 14 - Caen	PE.
C.2.1.	C. PISOT ..... Institut Henri - Poincaré, 11, rue Pierre-Curie, Paris 5e	M.
C.3.1.	E. SCHATZMAN ..... Institut d'Astrophysique, 98 bis, bd Arago, Paris 14e	A.
B.2.1.	R. TATON ..... Secrétaire général de l'Union d'Histoire des Sciences, 64, rue Gay-Lussac, Paris 5e	SC.
	ITALIE	
B.2.2.	A. S. BEER ..... Inspecteur général, Via Antonio Callonio 18, 00161 Roma	B.
	JAPON	
D.1.6.	A. HARASHIMA ..... Graduate School, International Christian University, 3-10-1 Oosawa, Mitaka, Tokyo	P.
	MADAGASCAR	
F.4.2.	Y. CABANIS ..... Ins. Nat. Sup. de Recherche et de Formation Pédagogique, B.P. 3456, Tananarive	PE.
	POLOGNE	
B.4.1.	J. HURWIC ..... Ecole Polytechnique, Marszalkowska 27, m. 102, Varsovie	P.
E.2.1.	A. Z. KRYGOWSKA (Mme). Ecole Sup. de Pédagogie, 6, rue Oleandry, Krakow	P.
	ROYAUME-UNI	
A.1.1. et C.5.1.	B. THWAITES ..... Westfield College, Kidderpore Avenue, London, N.W. 3	MC.

ANNEXE II

Liste des communications
classées selon le programme du Congrès

Les titres ci-dessous concernent les communications pour lesquelles un document écrit a été communiqué aux participants. (Les numéros entre parenthèse indiquent des exposés dont le texte n'a pas pu être distribué à l'avance). Certains d'entre eux se rapportent à plusieurs points du programme, ce qui, avec la nécessité de faire vite, a entraîné dans certains cas une classification imparfaite. Le nombre de pages indique s'il s'agit d'un résumé, d'un texte détaillé ou de l'un et de l'autre.

List of papers
in the order which they were presented at the Congress

The following titles refer to preprints received by the participants before the beginning of the Congress. (Papers referred to by a number in parenthesis are those for which it was not possible to distribute preprints.) Owing to the necessity of proceeding rapidly, certain errors were made in the classification of papers which fall into more than one category. The number of pages indicates whether the title refers to a resumé, a complete text or both.

N°	*Nom de l'auteur et Titre du document*	*Nombre de pages*
A.	***Introduction***	
A. 0.	P. FLEURY. — Informations préliminaires	5
	Annexe 1. Composition de la Commission ..	1
	Annexe 2. — Comparaison schématique de quelques « Systèmes scolaires »	1
	Annexe 3. — Liste de quelques livres ou articles dont la consultation pourrait être utile	2
A. 0.0.	R. J. HELLER. — Rapport général préliminaire ..	12
A. 1.	*Intégration et coordination : définition, intérêt, difficultés.*	
A. 1.0.	H. FREUDENTHAL *. — L'intégration après coup ou à la source	11
A. 1.1.	B. THAWAITES. — Etude des possibilités d'intégration des enseignements scientifiques	1
A. 1.2.	W. KNECHT. — Etude des possibilités d'intégration des enseignements scientifiques	4

(*) A paraître dans « Educational Studies in Mathematics ».

N°	*Nom de l'auteur et Titre du document*	*Nombre de pages*
A. 1.3.	F.J. RUTHERFORD. — The broad Integration of Science Teaching within the Framework of a specialized Science Course	3
A. 1.4.	Ch. VASSILIEV. — Intégration de l'enseignement ..	8
A. 1.5.	St. CHRISTOV. — Application of the transformation method in the integration of Science Teaching.	11
A. 2.	*La Science dans l'éducation générale.*	
A. 2.1.	D. G. CHISMAN. — Science in general education ..	2
A. 3.	*Actions entreprises par l'UNESCO, concernant l'enseignement secondaire scientifique.*	
A. 3.1.	A. V. BAEZ. — Informations reçues de la Division de l'Enseignement des Sciences de l'UNESCO ..	2
A. 3.2.	Division of Science Teaching, UNESCO. — Résumé of present and proposed activities of Division of Science Teaching	4 + 13
A. 3.3.	J. D. LOCKARD. — The role of the International Clearinghouse	2
B.	***Problèmes généraux***	
B. 1.	*L' « intégration » des aspects expérimentaux et des aspects théoriques des enseignements scientifiques.*	
B. 1.0.	P. FLEURY. — Structure de l'enseignement secondaire scientifique : hypothèses diverses	2
B. 1.1.	I. SMOLEC. — Des aspects expérimentaux et des aspects théoriques des enseignements scientifiques	2 + (17)
B. 2.	*La découverte scientifique dans l'enseignement : quelle place donner aux méthodes heuristiques et à des notions historiques ?*	
B. 2.1.	R. TATON. — Place et rôle de la philosophie et de l'histoire des sciences dans l'enseignement du second degré	2
B. 2.2.	S. BEER. — La coordination des enseignements scientifiques avec la philosophe, l'histoire et l'éducation civique	4
B. 3.	*Progression des enseignements dans le temps, selon la maturité des élèves et leurs aptitudes. Débuts d'orientation pendant le deuxième cycle ?*	
B. 3.1.	G. MIALARET. — Comment tenir compte de la maturité des élèves dans la progression d'un enseignement programmé	2

N°	Nom de l'auteur et Titre du document	Nombre de pages
B. 3.2.	P. M. VAN HIELE *. — Quelques aspects didactiques du développement de la pensée des enfants dans les mathématiques et la physique.	2
B. 3.3.	N. TCHAKAROV. — Le rôle de la pédagogie dans l'intégration des sciences naturelles	8
B. 4.	*Comment éviter la surcharge des programmes ?*	
B. 4.1.	J. HURWIC. — Comment éviter la surcharge des programmes	1
B. 4.2.	A. BINDER. — Proposition d'une méthode de travail pour intégrer l'enseignement scientifique en l'orientant vers l'acquisition des méthodes .	3 + 10
B. 5.1.	R. BONNOT. — Techniques d'expression et techniques d'analyse. (Une expérience dans le cycle secondaire à Madagascar.)	7
C.	***Problèmes de l'intégration du point de vue des diverses disciplines***	
C. 1	*Mathématiques.*	
C. 1.1.	Colloque de Lausanne (N° 1). — Propositions pour l'enseignement mathématique au niveau secondaire	1
C. 1.2.	W. SERVAIS. — Mathématiques dites modernes et enseignement moderne des mathématiques dans leurs relations avec l'enseignement des Sciences.	4 + 8
C. 2.	*Statistiques et probabilités.*	
C. 2.1.	C. PISOT. — Eléments de statistique et probabilités	2
C. 2.2.	E. FISCHBEIN. — Enseignement des probabilités à l'école élémentaire	2
C. 3.	*Astronomie.*	
C. 3.1.	E. SCHATZMAN. — Place de l'astronomie par rapport aux autres Sciences	2
C. 3.2.	M. G. J. MINNAERT. — On the Integration of Astronomy into a course of Physics	1
C. 4.	*Physique.*	
C. 4.1.	Colloque de Lausanne (N° 2). Recommandations concernant l'enseignement de la Physique	2
C. 4.2.	J. A. CAMPBELL. — Thermodynamics as an intégrating Device in Science Teaching at the secondary Level	5
C. 4.3.	Z. VARGA et L. WIEDEMANN. — Several conceptions to the modern teaching of physics in hugarian secondary schools	2
C. 4.4.	A. MATHEEV. — Intégration des mathématiques et coordination mathématiques-physique	2

N°	*Nom de l'auteur et Titre du document*	*Nombre de pages*
C. 5.	*Mécanique.*	
C. 5.1.	B. THWAITES. — The place of Mechanics in the Teaching of Science	1
C. 6.	*Chimie.*	
C. 6.1.	D. G. CHISMAN. — Problems of Integration from the point of view of Chemistry	1
C. 7.	*Cristallographie.*	
C. 7.1.	A. GUINIER. — La Cristallographie dans l'enseignement secondaire	1
C. 8.	*Géologie.*	
C. 8.1.	R. E. BISQUE. — Why teach Earth Science in our Secondary Schools ?	3
C. 8.2.	R. L. HELLER et M. GARDNER. — The place of Geology in teaching integrated Science at the Secondary Level	3
C. 9.	*Géographie-Géophysique.*	
C. 9.1.	R. CLOZIER. — L'enseignement de la Géographie et l'intégration	2
C. 10.	*Biologie.*	
C. 10.1.	R. J. HELLER. — La Biologie dans le cadre d'un enseignement intégré	4
(C. 10.1 bis)	S. SEDDOH. — The UNESCO Biology Pilot project for Africa	(4)
(C. 10.1 ter)	D. S. WIGGANS. — Curriculum Integration in Medical Education	(2)
D.	***Expériences en cours et propositions pratiques Intégration en pays divers***	
D. 1.	*Expériences aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne, en Australie, en U.R.S.S., en Italie*	
D. 1.1.	W. J. JACOBSON. — New Science Programs and Materials in U.S.A. for Students 11-18	2
D. 1 bis	W. J. JACOBSON. — An Integrated Science Program for Schools and Colleges	2 + 12
D. 1 ter	V. L. PARSEGIAN. — A New Introduction to Natural Science	2
D. 1.1.IV.	O. P. PURI. — The Cooperative General Science Project	2
D. 1.1.V.	M. FIASCA. — Integrated Science Courses of the Portland Project	10
D. 1.2.	D. G. CHISMAN. — Integrated Science projects in Great Britain	5

N°	*Nom de l'auteur et Titre du document*	*Nombre de pages*
D. 1.3.	H. MESSEL. — The Science for High School Students. Integrated and Coordinated textbook series and the new secondary education system in New South Wales	5
D. 1.3 bis	H. K. CAREY et E. N. BARKER. — Integrated Science in Australia	10
D. 1.4.	G. A. NIKOLAEV. — Le système d'éducation et l'intégration de l'enseignement en U.R.S.S.	2 + 5
(D. 1.4 bis)	G. G. MASLOVA. — Some thoughts concerning integration	(7)
D. 1.6.	A. HARASHIMA. — Integration of Physics and Mathematics in high schools in Japan	3
D. 1.5.	E. CASTELNUOVO *. — Le Concret et l'Abstrait. Expériences en cours en Italie (1er cycle 11-14 ans)	1
D. 2.	*Mathématiques et Physique. Colloque de Lausanne.*	
D. 2.1.	Colloque de Lausanne (N° 3). Articulation des enseignements de Mathématique et de Physique au niveau secondaire	2
D. 2.2.	W. KNECHT. — Résultats du Colloque de Lausanne sur la coordination des enseignements de mathématique et de physique. Esquisse d'un cours de physique pour les élèves du second cycle	3
D. 2.3.	W. KNECHT. — L'intégrale dans l'enseignement de la physique au niveau supérieur du secondaire .	2
D. 3.	*Mathématiques et Chimie, Biologie, etc.*	
D. 3.1.	H. F. FEHR *. — The Intervention of Mathematics in Biology and other Sciences at the secondary level	2 + 27
(E. 1.4 bis)	F. H. FEHR. — Bibliography on recent Publications in the U.S.A. on teaching Mathematics applied to the other Sciences	4
D. 4.	*Physique et Chimie.*	
D. 4.1.	J. E. SPICE. — The Nuffield Physical Science Course	2 + 6
D. 4.2.	E. L. HAENISCH. — An Integrated Introductory College Course in Physics and Chemistry	2
D. 4.3.	U. HABER - SCHAIM. — Introductory Physical Science	2

N°	Nom de l'auteur et Titre du document	Nombre de pages
D. 4.3 bis	I. B. Cross. — Physical Science	1
D. 4.4.	F. Blain. — Intégration des enseignements de Physique et Chimie en France	2
D. 5.	*Biophysique, biochimie.*	
D. 5.1.	K. Popov. — Integration and coordination in teaching Biology, Biochemistry and Biophysics in Bulgaria	9
D. 5.2.	A. Penev. — Coordination des leçons de chimie avec celles de Physique et de Biologie en Bulgarie	7
D. 6.	*Autres cas.*	
D. 6.1.	S. Judson. — Time, Space and Matter : investigating the physical World	1
D. 6.2.	M. Borissov et coll. — Liaison physique — autres sciences naturelles dans l'enseignement général en Bulgarie	8
D. 7.	*Attention à donner aux enseignements scientifiques au niveau primaire.*	
D. 7.1.	R. B. Livingston et J. Mayor. — Interdisciplinary Science Education : Some Efforts Toward Improved Science Education in the United States	2
E.	***Formation des maîtres pour un enseignement intégré***	
E. 1.	*Spécialisation ou polyvalence ?* (Combinaisons diverses : mathématiques enseignées séparément, ou mathématiques et physique, physique et chimie, etc.).	
E. 1.1.	E. Baurmann. — Spécialisation ou polyvalence des professeurs	1 + 10
E. 1.2.	J. Boutigny. — La formation des maîtres pour l'enseignement secondaire des sciences physiques en France	(3)
E. 2.	*Formation scientifique et formation pédagogique.*	
E. 2.1.	A. Z. Krygowska *. — Formation des maîtres pour un enseignement intégré des Sciences	1
E. 2.2.	G. Gluck. — Les enseignements et le recrutement des maîtres en France	16
F.	***Aspects spéciaux de l'intégration***	
F. 1.	*Etudes interrompues après le premier cycle secondaire.*	
F. 2.	*Elèves non orientés vers l'Université, futurs agriculteurs.*	

2

N°	*Nom de l'auteur et Titre du document*	*Nombre de pages*
F. 3.	*Elèves non orientés vers l'Université, futurs techniciens.*	
F. 3.1.	M. Y. BERNARD. — Enseignement scientifique intégré et enseignement technique	1. + (5)
F. 4.	*Pays en voie de développement*	
F. 4.1.	A. V. BAEZ. — Improving the Teaching of Science with particular Reference to developping Countries	2
F. 4.2.	Y. CABANIS. — Une expérience d'enseignement scientifique intégré à Madagascar	12

ANNEXE III

Sujets considérés par les groupes de travail

(L'essentiel des discussions et conclusions a été introduit dans le rapport de synthèse.)

Groupe	*Animateur*	*Sujets*	*V. rapport* (paragraphe)	
B	Mlle M. CORDIER	Problèmes généraux	1.	
C.2.	E. FISCHBEIN	Probabilités et statistique ..	2.1.3.	
D.2.	W. KNECHT	Intégration et coordination entre mathématiques et physique	2.1.1.	
D.3.	H. F. FEHR	Mathématiques et autres sciences		
		Physique et Chimie et autres cas :		2.3.
D.4.	J. E. SPICE	Integration at stage I	1.5.	
D.5.-6. ..	H. MESSEL	Integration at stage II	1.6.	
D.7.	MmeS. M. HAGGIS	Science in primary schools .	1.7.	
E	E. BAURMANN	Formation des maîtres (Training of teachers)	3.	
F.1.	Mlle E. CASTELNUOVO ..	L'enseignement de la mathémathique dans le premier cycle de l'école secondaire.	1.5.	
F.2.-3. ..	M. Y. BERNARD	Cas des futurs techniciens et agriculteurs		
F.4.	A. V. BAEZ	Special aspects of integration in the developing countries	4.	

ANNEXE IV

Address by Dr. N. JOEL

on behalf of UNESCO, at the official opening session

Madam Vice-Minister of Education,
Mr. Président of the Bulgarian Association of Scientific Workers,
Ladies and Gentlemen,

I am happy to bring you the greetings and best wishes of the Director-General of UNESCO. Furthermore, Professor Burkhardt, Director of the Department for the Advancement of Science of UNESCO, has asked me to convey his best wishes to this congress; he regrets very deeply that other duties have prevented him from participating in this meeting as he had planned to do.

As you know, the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization is greatly interested in the subject of this international congress : the Integration of Science Teaching. It is therefore a pleasure for me to express Unesco's appreciation to the Inter-Union Commission on Science Teaching of the International Council of Scientific Unions for having convened this meeting; ant to the members of the Organizing Committee, Professor Fleury, Professor Freudenthal and Dr. Kelly, for their work in planning its details. In this context, special thanks are due to Professor Fleury for his hard and very successful work in organizing the congress.

We are grateful to the Bulgarian National Commission for Unesco, to the Bulgarian Association of Scientific Workers, at whose invitation we are here today, and to the Joliot-Curie International House. Their warm hospitality will allow us to live and to work in such pleasant surroundings. I am sure we all look forward to our days here together.

We all know how important it is, in the teaching of the sciences, to emphasize the main lines of evolution of scientific thought and the main unifying concepts ; that is, to build the courses around those concepts that play a major role in various areas of a given science and also constitute bridges between the sciences. This is essential, both for a better understanding during the process of learning and for opening new fields of research. Many of the most significant advances in the sciences are in fact occurring in interdisciplinary areas.

One of the unifying concepts that has proved most fruitful, first in the physical sciences and later in others, is that of the atomic and molecular

structure of matter. Chemistry owes much of its progress to the understanding of the ways in which a very small number of different type of atoms can give rise — through an orderly assemblage of groups having characteristic structures — to an incredibly large number of different types of molecules. For many years now, there has been continuous progress in the understanding of the properties of very complex substances in terms of their atomic and molecular structure. But now we are witnessing a similar effect in Biology. The molecular foundation of the mechanisms of heredity are being explored, and here again we find the key in the association — in very large numbers — of a very small number of different molecular groups. The day is not far, it seems, when we may speak of Molecular Psychology casting light on the mechanisms of memory and of learning.

Changes within a system subject to conservation laws constitute another interesting example of a unifying concept. In fact, transfer of momentum, changes and transfer of energy, chemical reactions, mutation of hereditary characteristics — all constitute changes within a physical, a chemical or a biological system. They are all examples of a more general concept of transformations in a system subject to a set of conservation laws.

Now, whether the importance of major unifying concepts can be better understood as a synthesis following the study of particular cases, or whether the integration should be present from the very beginning, or whether some kind of concentric or spiral approach may emerge, these are questions open to research and experimentation. Science educators who are working on these problems in several parts of the world have come to this meeting and I am sure we all look forward to the discussions.

The idea of integration in science teaching can have several meanings and shows many facets, which no doubt will be discussed in due course at this congress. I have already referred to the integration between the sciences as well as within each science. In a broader context, it is important also to consider the role of science as a part of general education. And by this I do not only mean the science courses for the future non-scientist; but also the work that could be done by children as part of any school subject or any out-of-school activity which may enable them to acquire, from a very early age, the habits of thought and the methods of work that are characteristic of the process of science. Ideally we would like these attitudes to become part of their personality and therefore this approach should be present at all stages of education including the primary level. But we know how difficult a task this is and what challenging social and cultural problems are to be encountered. Because, if science is to be understood and is to play a significant role in a given society, it must be integrated in an appropriate manner into that culture. So, in pursuing any of these aspects of the integration of science teaching, many formidable problems have to be faced at the time of designing new courses, developing new earning materials and setting up adequate schemes for training the teachers.

Unesco is deeply interested in these matters and will therefore sponsor in the biennium 1969-70 (subject to approval by the General Conference in November this year) a series of experimental projects — on a pilot scale — in integrated and interdisciplinary science teaching. Work is being planned for developing in Asia and Africa sets of elementary science learning materials specially designed for the varying conditions prevailing in the developing countries. In relation to this, plans have been made to review the objectives and the outputs of recent science curriculum

improvement efforts; the resulting information will be presented in the form of resource-materials. Another project, at the university level, will stimulate the development of new learning materials in selected inter-disciplinary areas; institutions known for their research and for their teaching in those fields will be the focal points of activity for this work.

For these projects, as well as for other activities related to the subject of this congress and which will be discussed in due course, Unesco will welcome the advice of the Inter-Union Commission on Science Teaching, of the Teaching Commissions of the International Scientific Unions, as well as of individual experts many of whom are present here today. This is an additional reason for the importance that Unesco attaches to this congress.

Madam Vice-Minister, Mr. President, Ladies and Gentlemen : on behalf of the Director-General of Unesco, I wish this meeting great success.

ANNEXE V

Expériences d'intégration
signalées au Congrès

La première colonne indique, s'il y a lieu, le numéro de la communication présentée au Congrès; la dernière colonne indique la page à consulter dans « *Sixth report on the International Clearinghouse on Science and Mathematics Curricular Developments* (1966) ».

		Page
	AUSTRALIE	
D.1.3 *bis* ..	Integrated Science in Australia (plan WYNDHAM)	
D.1.3.	University of *Sydney* Science Texbook Project (H. MESSEL)	23
	ETATS-UNIS D'AMERIQUE	
D.7.1.	A.A.A.S. Commission on Science Education « Science, A Process Approach » (J. R. MAYOR, A. H. LIVERMORE, 1515 Massachusetts Ave, N.W., *Washington*, D.C.)	150
D.1.1. IV ..	Cooperative General Science Project (O. P. PURI, Clark College, *Atlanta*, Georgia 30314)	
C.8.1.	« Earth Science Curriculum Project » (J. L. WEITZ,	
C.8.2.	P.O. Box 1559, *Boulder*, Colorado 80302) (Investigating the Earth)	211
	Federation for unified Science Education, Educational Research Council (V. SCHOWALTER, Rockefeller Building, *Cleveland*, Ohio)	
A.1.3.	« *Harvard* Project Physics » (F. J. RUTHERFORD, Pierce Hall 62, *Cambridge*, Massachusetts 02138) ..	254
D.4.2.	Integrated Introductory College Course in Physics and Chemistry (E. L. HAENISCH, *Wabash* College, *Crawfordsville*, Indiana 47933)	
D.4.3.	Introductory Physical Science (U. HABER-SCHAIM, Educational Development Center, 55 Chapel St., *Newton*, Massachusetts 02160)	267
	Michigan Science Curriculum Commission - Junior High School Project (W. C. VAN DEVENTER, *Kalamazoo*, Mich. 49001)	282

D.1.1. V. ..	*Portland* Project, An integration of Biology, Chemistry and Physics (K. DITTMER, P.O. Box 751, Portland, Oregon 97207)	307
D.1.1. *ter* ..	Science Courses for Baccalaureat Education : Introduction to natural Science (V. L. PARSEGIAN, *Rennselaer Institute, Troy,* N.Y. 12181)	328
D.6.1.	Secondary School Science Project « Time, Space, Matter » (J. PALLRAND, 10 Seminary Place, *Rutgers* University, *New Brunswick,* N. J. 08903)	344
	FRANCE	
D.4.4.	Intégration des enseignements de Physique et de Chimie. (Voir aussi Madagascar.)	
	ISRAEL	
	Agrobiology, Integration of Biology and Agriculture Service for the 9th and the 10th grades (E. JUNGWIRTH, P.O.B. 12, *Rehovot*)	85
	MADAGASCAR	
F.4.2.	Une expérience d'enseignement scientifique intégré (Y. CABANIS, B.P. 2456, *Tananarive*)	
	ROYAUME-UNI	
D.1.2. (1) ..	Nuffield combined Science Project (11-13 year) (M. J. ELWELL, 138 Hagley Rd., *Birmingham* 16)	52
D.1.2. (2) ..	Nuffield Secondary Science Project (13-16 year) (Mrs H. MISSELBROOK, Bridges Place, Fulham, *London,* S.W.6.).	64
D.4.1.	Nuffield Science Teaching Project : Physical Science Course (16-18 year) (J. E. SPICE, 12 Kingsgate Street, *Winchester*)	61

APPENDIX VI

Recommendations of the Lausanne Symposium (1967)
about the coordination of the Teaching of Mathematics and Physics

Following the preliminary inquiry on the coordination of the teaching of mathematics and physics, the teachers and professors participating in the Lausanne Symposium agreed on the following proposals :

1. The teaching of mathematics and physics should be closely coordinated. Curricula should be adjusted to accommodate such coordination.

2. The physical world becomes intelligible through the formation of concepts and their mathematical formulation. Therefore, it cannot be admitted that divergence between mathematics and physics teaching in secondary school may be due to the modern trend in mathematics teaching which, indeed, aims at encouraging logical thinking in pupils and their abilities for mathematization.

It is necessary to develop both the aptitude of pupils for identifying mathematical structures presented in situations encountered in physics (transfer of knowledge) and their skill in the use of key mathematical tools, particularly algebraic calculation.

3. Secondary education must, at all stages, ensure that coordination is combined with progressive systematization.

4. The model concept should play a major part in both mathematics and physics teaching. From the mathematical point of view, the mathematical model is the key to all applications. From the physics point of view, mathematical theories are necessary to describe certain models of reality.

It is evident that the same physical phenomenon can be described by more or less advanced mathematical theories, which facilitate the development of more or less accurate models of reality.

In both cases, the model should act as liaison between physics and mathematics.

5. At all stages, the application of mathematical conceptions should be adapted to the means available.

6. Chapters of advanced physics may be taught with elementary mathematical means.

ANNEXE VI

Recommandations du Colloque de Lausanne (1967)
sur l'articulation des enseignements de Mathématique et de Physique

1° Les enseignements de mathématique et de physique doivent être étroitement coordonnés.

L'aménagement de cette coordination nécessite l'élaboration de programmes ajustés.

2° C'est grâce à une activité conceptuelle et mathématisante que le monde physique devient intelligible. On ne peut dès lors admettre que des divergences entre les enseignements de mathématique et de physique dans les écoles secondaires puissent être dues à la tendance moderne de l'enseignement mathématique qui cherche à affiner précisément la pensée logique et la faculté mathématisante des élèves.

Il faut à la fois développer les aptitudes des élèves à identifier les structures mathématiques présentes dans les situations rencontrées en physique (transfert de connnaissance) et leur habileté au maniement des outils mathématiques, clefs, en particulier du calcul algébrique.

3° A tout stade, l'enseignement secondaire doit allier le souci de coordination à l'esprit de systématisation progressive.

4° Le concept de modèle devrait jouer un rôle central aussi bien dans l'enseignement mathématique que dans l'enseignement de la physique. Du point de vue mathématique, le modèle mathématique est la clef de toutes les applications. Du point de vue de la physique, les théories mathématiques fournissent des outils nécessaires à la description de certains modèles de la réalité.

Il est clair que le même phénomène physique peut être décrit dans le cadre de théories mathématiques plus ou moins avancées, permettant de développer des modèles plus ou moins fins de la réalité.

Le modèle doit jouer dans les deux sens le rôle de liaison entre la physique et la mathématique.

5° A tout stade, l'effort de mathématisation doit être adapté aux moyens disponibles.

6° Des chapitres de physique avancée peuvent être enseignés avec des moyens mathématiques élémentaires.

7. *Mechanics* should be taught by the physicist and not by the mathematician. It uses numerous mathematical elements such as vector, continuity, limit, differential quotient, integral, etc.

8. The participants consider it highly desirable for the basic elements of statistics and probability to be included in mathematics teaching in schools. These elements encourage a completely new way of thinking which is indispensable in physics and other sciences.

9. Line integrals, double integrals and simple differential equations can be extremely useful in the teaching of physics at the secondary level, though in certain cases it is still necessary to teach physics with more elementary means.

10. Mathematics and physics have their own language and notations. To ensure that they are understood, teachers of both disciplines must explain how these languages connect.

11. Knowledge of the evolution of ideas in physics and mathematics is of cultural and educational value.

Teachers may tell pupils of this, stressing by historical examples the interaction of the two sciences.

12. Judging the coordination of mathematics and physics teaching to be of the greatest importance, the delegates recommend that public authorities responsible for carrying out teaching syllabi as they stand should aim at flexibility, thus facilitating the trial of new syllabi drawn up by teachers working together.

Examination syllabi should naturally take such arrangements into account.

13. The possibility of more efficacious coordination in mathematics and physics teaching has been studied in numerous fields.

It is evident that coordination must be established permanently and the question periodically re-examined at international symposia.

7° La *mécanique* doit être enseignée par le physicien et non par le mathématicien. Elle fournit de nombreuses motivations de notions mathématiques, telles que vecteur, continuité, limite, dérivée, intégrale...

8° Les participants souhaitent vivement que des notions fondamentales de statistique et de probabilité soient introduites à l'école dans l'enseignement mathématique. Ces notions favorisent une façon fondamentalement nouvelle de penser, indispensable aussi bien en physique qu'en d'autres sciences.

9° Les intégrales curvilignes, les intégrales doubles et les équations différentielles simples peuvent être des outils très utiles à l'enseignement de la physique du second cycle, bien qu'il reste nécessaire, dans certaines situations, d'enseigner la physique avec des moyens plus élémentaires.

10° La mathématique et la physique ont un langage et des notations propres. Pour assurer la compréhension de leurs enseignements, il est indispensable que les professeurs des deux disciplines expliquent comment ces langages se raccordent.

11° La conaissance de l'évolution des idées en physique et en mathématique a une valeur culturelle et éducative.

Les professeurs pourront, dans leurs cours, en informer les élèves et souligner par des exemples historiques l'interaction entre les deux sciences.

12° Estimant de première importance la coordination entre les enseignements de mathématique et de physique, les délégués recommandent que les autorités publiques responsables de l'application des programmes d'enseignement, tels qu'ils existent, prennent des dispositions en vue d'assouplir cette application et de faciliter ainsi des essais de programmes nouveaux concertés entre les enseignants.

Dans l'élaboration des sujets d'examens, il faudra évidemment tenir compte de ces essais.

13° On a étudié dans de nombreux domaines les possibilités d'une plus efficace coordination des enseignements de mathématique et de physique.

Il apparaît que l'effort de coordination doit être développé d'une manière permanente et que le problème doit être examiné périodiquement au cours de colloques internationaux.

ANNEXE VII

OUVRAGES ET ARTICLES A CONSULTER

N° du programme

I. — C.I.E.S. « Congrès sur l'Enseignement des Sciences et le Progrès économique » (Dakar, janvier 1965), notamment :

D.2. Page 22. Enseignement des mathématiques destiné aux Physiciens (Ch. Pisot).

D.3. Page 25. Mathématiques, Physique et Chimie pour la formation des Biologistes (R. Heller).

D.6. Page 26. Mathématiques pour la formation des géologues (T.N. George).

C.1. Page 28. Mathématiques au niveau préuniversitaire (H. F. Fehr).

A.1. E. Page 31. Principes généraux de l'enseignement secondaire des Mathématiques et des Sciences (M. Minnaert).

II. — Publications de l'UNESCO

A.2. V. de Lipsk. — Le contenu de l'enseignement général (Chronique de l'Unesco, mai 1968).

C. Manuel pour l'enseignement des sciences (UNESCO Source Book for Science Teaching) (1964).

— Nouvelles tendances de l'enseignement de la Physique (Bilingue) (1965-67).

— Tendances nouvelles de l'enseignement de la Chimie (New trends in Chemistry Teaching) (1964-65).

— Source book for Geography Teaching (1965).

— Nouvelles tendances de l'enseignement de la Biologie (New trends in the teaching of Biology).

— Nouvelles tendances de l'enseignement des Mathématiques (New trends in the teaching of mathematics).

III. — Publications de l'O.C.D.E. (Existent en anglais et en français)

A.2. La réforme des programmes scolaires et le développement de l'éducation (Dec. 1966) (H.W. Stoke, H. Löwbeer et J. Capelle).

N° du programme	
C	Programme moderne de Mathématiques pour l'enseignement secondaire (1961).
—	Une conception moderne de l'enseignement de la Physique (1963).
—	Pour un nouvel enseignement de la Chimie (1961).
—	Pour un nouvel enseignement de la Biologie.
—	Biologie d'aujourd'hui : son rôle dans l'éducation.
—	Mathématiques modernes : guide pour enseignants (1963) (H. FEHR).
—	Physique moderne : guide pour enseignants.
—	Chimie moderne : guide pour enseignants (1961).
—	Biologie moderne : guide pour enseignants.
E	Effectifs, recrutement et formation des professeurs de sciences et de mathématiques.

IV. — AUTRES PUBLICATIONS

D. A.A.A.S. et *Science Teaching Center* (Maryland).
Report of the International *Clearing House on Science and Mathematics Curricular Developments* (J.D. LOCKARD, 1967). (Documentation détaillée sur les expériences en cours).

A.2. *National Education Association of U.S.* « Education and the spirit of Science » (1966).

D. M. FOWLER. — The Interdisciplinary Curriculum (*Physics To-day*, mars 1968, page 58).
Secondary School Science Project (Princeton University) New way to teach science (C.E. PEPPER, 1965).
M.F. WOLFF. — Teaching Children Science (*Science and Technology*, mai 1967, p. 26).

F. *Science for the Young School Leaver.* Schools Council (U.K.), Working Paper N° 1, 1967.
« *School Science Teaching* », Report of an Expert Conference held at the University of Ceylon, december 1963. Commonwealth Education Liaison Committee.

(Spécialement pour l'*enseignement primaire*) :

Science Curriculum Improvement Study (S.C.I.S.) University of California, Berkeley, California.
Elementary Science Study (E.S.S.) Educational Development Centre, Newton, Mass., U.S.A.
African Primary Science Programme (APSP) Educational Development Center, Newton, Mass., U.S.A.
Nuffield Junior Science Project, published by W. Collins Co. Glasgow, U.K.
Science 5/13 Project, Dépt. of Education, University of Bristol, Bristol, U.K.
Science Education Centre, University of the Philippines, Manila « Elementary Science ».

ANNEXE VIII

Note sur la Commission Interunions de l'Enseignement des Sciences (C.I.E.S.)

Cette Commission a été créée par le Conseil International des Unions Scientifiques (I.C.S.U.) en septembre 1961. Ses activités, jusqu'au Congrès sur l' « Enseignement des Sciences et le Progrès économique », qu'elle organisa à Dakar, en Janvier 1965, ont fait l'objet d'un premier rapport d'ensemble, publié en annexe aux Comptes-rendus de ce Congrès.

Huit Unions ont donné dès l'origine leur adhésion à la C.I.E.S., cinq autres s'y sont jointes par la suite. Le tableau I indique sa composition actuelle. La Commission a eu pour *présidents* successifs les professeurs M. H. Stone, de Chicago (jusqu'en 1965), T. N. George, de Glasgow, et H. Freudenthal, d'Utrecht (depuis 1968). Un certain nombre de *correspondants nationaux* ont accepté d'assurer la diffusion des documents de la C.I.E.S. et de transmettre à celle-ci les informations qu'ils peuvent recueillir sur l'état et les progrès de l'enseignement des Sciences dans leur pays.

Une active collaboration a pu être établie avec l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la culture (UNESCO : Département de l'Enseignement des Sciences et Département de l'Education). Des contacts ont été recherchés avec d'autres organismes internationaux ou multinationaux intéressés à l'enseignement scientifique.

Le tableau II donne le relevé des réunions de la Commission depuis le Congrès de Dakar.

TABLEAU I

Composition de la Commission au 31 décembre 1968

Union de :	
Astronomie	M^lle E. Müller, Observatoire de Genève, 1290 Sauverny, Ge, Suisse.
Biologie	Prof. P. Chouard, Lab. de Physiologie végétale, 1, rue Victor-Cousin, Paris 5^e, France.
	Prof. R. Heller, Lab. de Physiologie végétale, 1, rue Victor-Cousin, Paris 5^e, France.

Biophysique	Prof. M. KOTANI, Fac. of Engineering Science, Osaka University, Tovonaka, Osaka, Japon.
Chimie	Sir Ronald NYHOLM, Dpt of Chemistry, University College, Gower Str., London, W.C. 1, Grande-Bretagne.
	Prof. D. G. CHISMAN, The British Council, Albion House, 59 New Oxford Str., London, W.C. 1, Grande-Bretagne.
Cristallographie	Prof. A. GUINIER, Service de Physique des Solides, Faculté des Sciences - Groupe II, Bât. 210, 91 - Orsay, France.
	Prof. J. ZEMANN, Mineralogisches Institut der Universität, 1010 Wien, Dr Karl-Lueger-Ring 1, Autriche.
Géodésie-Géophique ...	Prof. M. CAPUTO, Istituto di Fisica, Via Irnerio 46, 40126 - Bologna, Italie.
Géographie	Prof. R. CLOZIER, Inspecteur général, 5, rue Herschel, Paris 6e, France.
Géologie	Prof. T. N. GEORGE, Dept of Geology, The Univ., Glasgow W. 2, G.B.
	Prof. P. BELLAIR, Lab. de Géologie, 1, rue Guy-de-la-Brosse, Paris 5e, France.
Histoire et Philosophie des Sciences	Prof. R. TATON, 64, rue Gay-Lussac, Paris 5e, France. *Secrétaire-adjoint de la C.I.E.S.*
Mathématiques	Prof. H. FREUDENTHAL, Mathematisch Inst., Univ. centrum de Uithof, Budapestlaan, Utrecht, Pays-Bas. *Président de la C.I.E.S.*
Mécanique	Dr B. THWAITES, Westfield College, Kidderpore Avenue, London, N.W. 3, Grande-Bretagne.
Physique	Prof. H. H. STAUB, Inst. de Physique, Schönberggasse 9, 8001 Zürich, Suisse.
	Dr W. C. KELLY, National Research Council, 2101 Constitution Avenue N.W., Washington D. C. 20418, U.S.A.
	Prof. P. FLEURY, 3, bd Pasteur, Paris 15e, France. *Secrétaire de la C.I.E.S.*
Radioscience	(désignation attendue.)
Représentants de l'I.C.S.U.	Prof. K. CHANDRASEKHARAN, E.T.H., Leonhardstr. 33, Zürich, Suisse.
	Sir Harold THOMPSON, St John's College, Oxford, Grande-Bretagne.

TABLEAU II

RELEVÉ DES PARTICIPANTS AUX RÉUNIONS DE LA C.I.E.S. DEPUIS JANVIER 1965

Représentants de l'*I.C.S.U.* des *Unions* (1) de	*Octobre 1965* (Paris)	*Septembre 1966* (2) (Paris)	*Octobre 1967* (Paris)	*Septembre 1968* (Droujba)
			H. W. THOMPSON K. CHANDRASEKHARAN F.W.G. BAKER	
Astronomie (1964)	E. SCHATZMAN	M. KOURGANOFF	E. SCHATZMAN	M. MINNARET
Biologie (1961)	P. CHOUARD		P. CHOUARD	R. HELLER
Biophysique (1967)				
Chimie (1961)		D. G. CHISMAN		D. G. CHISMAN
Cristallographie (1964)	A. J. FRUEH	A. GUINIER	A. GUINIER	J. ZEMANN
Géodésie-Géophysique (1968)				
Géographie (1961)			R. CLOZIER	
Géologie (1961)	T. N. GEORGE	T. N. GEORGE		P. BELLAIR, Z. POUBA
Histoire et Philosophie des Sciences (1961)		R. TATON	R. TATON	
Mathématiques (1961)	E. KRISTENSEN	E. KRISTENSEN	H. FREUDENTHAL	H. FREUDENTHAL
Mécanique (1961)	B. THWAITES			
Physique (1961)	P. FLEURY	P. FLEURY	W. C. KELLY, P. FLEURY	P. FLEURY
de l'*UNESCO*	A. V. BAEZ P. BANDYOPADHYAY R. GANEFF	P. BANDYOPADHYAY Mmes T. GRIVET et S. M. HAGGIS, G. SOOS	G. BURKHARDT P. BANDYOPADHYAY Mme S. M. HAGGIS	P. BANDYOPADHYAY Mme S. M. HAGGIS N. JOEL
Divers		H. FEHR, J. HURWIC, W.J. JACOBSON, W. KNECHT, G. NIKOLAEV, J. SPICE, J. ZYKA.	C. CHAGAS, M. DRAMALIEV.	A. V. BAEZ.

(1) Les dates indiquées sont celles des adhésions.
(2) Comité spécial préparatoire pour le Congrès de Droujba.

Lors de sa onzième Assemblée Générale (Bombay, janvier 1966), l'I.C.S.U. a indiqué pour le travail de la C.I.E.S., les « Termes de référence » suivants :

1. « To co-ordinate the work on the teaching of science being carried out by the individual Scientific Unions ;
2. To examine problems involving the teaching of science as an integrated whole ;
3. To keep under review matters of international interest as may lead to an improvement in the teaching of science at a higher school and University level ;
4. To make regular reports on progress with new teaching methods, or special topics which are important in the teaching of science, or concerning the public image of science ;
5. To consider, in collaboration with the I.C.S.U. Committee on Developing Countries, problems of science teaching in the developing countries, and take action as may be necessary. »

La douzième Assemblée générale de l'I.C.S.U. (Paris, octobre 1968) a adopté la résolution suivante :

« The appreciation of the I.C.S.U. be conveyed to the Inter-Union Commission on Science Teaching for its valuable work during the past years ; noting, however, that the Executive Committee believed that a change from an inter-union commission to a committee of I.C.S.U. would increase its effectiveness in the considération of integrated science teaching from the I.C.S.U. viewpoint, the General Assembly endorsed the following proposals from the Executive Committee :

— the I.U.C.S.T. be dissolved in its present form ;
— a Special Committee be stablished with members appointed by the Executive Committee on the recommendation of the Officers. Each Union wishing to participate in the work of the Committee may nominate a representative on the Committe and shall contribute $ 200 annually towards the expenses of the Committee ;
— the first Chairman of the Committee shall be nominated by I.C.S.U. ;
— the Committee be renewable at the discretion of the next General Assembly of I.C.S.U. »

En plus des importants Congrès de Dakar et de Droujba, la C.I.E.S. a organisé dès 1963, à Frascati, un Symposium sur la Coordination de l'Enseignement des Mathématiques et de ceux des autres Sciences, auquel participèrent 32 experts. Elle a été représentée à des réunions des Commissions de l'Enseignement de diverses Unions ; elle diffuse régulièrement les communications reçues de ces Commissions et signale les principaux ouvrages et les activités et réalisations nouvelles dont elle a connaissance dans le domaine des Enseignements scientifiques. Elle a entrepris plusieurs enquêtes, et répondu à certaines demandes d'information de l'UNESCO.

Parmi les sujets actuellement à l'étude, signalons :

— la mise en œuvre d'un *contrat* récemment conclu avec l'UNESCO. Notre Commission doit réunir un groupe de spécialistes appelés à étudier les divers aspects d'un enseignement intégré, et présenter des lignes directrices pour la préparation d'un cours de sciences global, destiné à tous les élèves jusqu'à la fin du premier cycle (durée 3 ans) de l'enseignement secondaire. Après acceptation de ces lignes directrices par l'UNESCO, la Commission doit faire préparer des rapports sur au plus quatre aspects d'un enseignement scientifique intégré, y compris les mathématiques, au niveau primaire et secondaire ;

— une *enquête* sur les *Olympiades* et les *mises à jour de connaissances* (spécialement pour les professeurs). Quelques réponses concernant la Physique et surtout les Mathématiques ont déjà été reçues. Le professeur H. FREUDENTHAL préparera un rapport à ce sujet ;

— un développement des relations et informations mutuelles entre les *associations d'enseignants scientifiques ;*

— une coordination des travaux des Commissions d'enseignement des Unions par des *réunions mixtes* consacrées à des problèmes communs ;

— un effort pour *attirer* vers les études scientifiques (et techniques) *un nombre accru* d'enfants, d'étudiants et d'adultes qualifiés ;

— les conditions d'une *éducation permanente* des spécialistes (maîtres, techniciens, agriculteurs) et des adultes non spécialisés, sous deux aspects : mises à jour de connaissances et réorientations.

Deux problèmes, entre autres, pourraient (l'un ou l'autre) faire l'objet d'un prochain Congrès, après obtention des encouragements nécessaires et établissement de rapports préparatoires. Ce sont :

a) *La formation des maîtres* (y compris recrutement, préparation éventuelle à des enseignements intégrés et recyclages) ;

b) *La validation des études scientifiques,* entendant par là les modes d'appréciation des aptitudes des élèves, de leur formation progressive aux méthodes scientifiques, de leurs connaissances, et aussi de l'influence qu'ont sur leur développement la qualité des maîtres, les programmes mis en œuvre et les techniques d'enseignement (classiques ou nouvelles).

Imprimerie Louis-Jean - 05 -Gap Dépôt légal n° 95 - 1969

Congrès organisé et publication assurée avec l'appui financier de l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (U.N.E.S.C.O.), du Conseil International des Unions Scientifiques (C.I.U.S.) et de la Fondation Ford.

Congress organised and publication assured with the financial assistance of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (U.N.E.S.C.O.), the International Council of Scientific Unions (I.C.S.U.) and the Ford Foundation.